



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

KENNEDY DA SILVA BATISTA

OTIMIZAÇÃO E A ELABORAÇÃO DE DIETAS BALANCEADAS

CARAÚBAS

2025

KENNEDY DA SILVA BATISTA

OTIMIZAÇÃO E A ELABORAÇÃO DE DIETAS BALANCEADAS

Trabalho de conclusão de curso apresentada à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Interdisciplinar em Ciência e
Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Antonival Lopes do
Nascimento Filho

CARAÚBAS

2025

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

B333o Batista, Kennedy da Silva .
Otimização e a elaboração de dietas balanceadas
/ Kennedy da Silva Batista. - 2025.
45 f. : il.

Orientador: Antonival Lopes do Nascimento Filho.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2025.

1. Modelagem. 2. Otimização. 3. dieta
balanceada. 4. métodos numéricos. 5. equações
lineares. I. Nascimento Filho, Antonival Lopes do,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Sarah Freire Bezerra
CRB: 15/1052

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

KENNEDY DA SILVA BATISTA

OTIMIZAÇÃO E A ELABORAÇÃO DE DIETAS BALANCEADAS

Trabalho de conclusão de curso apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 21 / 03 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonival Lopes do Nascimento Filho (UFERSA)
Presidente

Profª. Dra. Kelyane Barboza de Abreu (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. Fernando Neres de Oliveira (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, Francinete Angelina da Silva, e ao meu pai, Reginaldo Batista da Silva, pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim.

Meus mais sinceros agradecimentos aos meus amigos Jamile Paula e Randres Cides, que estiveram comigo desde o início desta jornada, e a todos os amigos que fiz ao longo dos anos, que tornaram essa caminhada mais simples e divertida.

Por fim, expresso também minha gratidão ao meu orientador, cuja orientação e paciência foram essenciais para a realização deste trabalho. Agradeço também à banca avaliadora, cujas contribuições enriqueceram ainda mais esta pesquisa.

“A matemática é o alfabeto com o qual Deus escreveu o universo.”

(Galileu Galilei).

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo estudar o conceito de otimização a partir de derivadas e de resolução de sistemas lineares, além de aplicar métodos numéricos para otimizar a elaboração de dietas balanceadas, utilizando dados nutricionais do restaurante universitário da UFERSA, campus Caraúbas. A pesquisa propõe um modelo que permite calcular as quantidades ideais de macronutrientes para diferentes perfis de estudantes, considerando seus objetivos alimentares e rotinas de exercícios físicos. Foram empregados conceitos de otimização, escalonamento de matrizes e sistemas de equações lineares para garantir uma distribuição adequada dos nutrientes. A análise dos resultados demonstrou a eficácia dos métodos matemáticos na montagem de dietas personalizadas, contribuindo para uma alimentação mais equilibrada e sustentável.

Palavras-chave: Modelagem, Otimização, dieta balanceada, métodos numéricos, equações lineares, alimentação saudável.

ABSTRACT

This work aims to study the concept of optimization based on derivatives and resolution of linear systems, in addition to applying numerical methods to optimize the preparation of balanced diets, using nutritional data from the university restaurant of UFERSA, Caraúbas campus. The research proposes a model that allows calculating the ideal amounts of macronutrients for different student profiles, considering their dietary goals and physical exercise routines. Optimization concepts, matrix scaling and systems of linear equations were used to ensure an adequate distribution of nutrients. The analysis of the results demonstrated the effectiveness of mathematical methods in the preparation of personalized diets, contributing to a more balanced and sustainable diet.

Keywords: Modeling, optimization, balanced diet, numerical methods, linear equations, healthy eating.

.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Alimentos e nutrientes de cada elemento de uma refeição.....	27
Tabela 2 – Tabela contendo os valores de cada nutriente e dados das quantidades da dieta de Cambrigde.....	29
Tabela 3 – Tabela contendo as opções e especificações dos pratos principais.....	33
Tabela 4 – Tabela contendo as opções e especificações das sobremesas.....	34
Tabela 5 – Tabela contendo as opções e seus respectivos valores por macronutriente.....	38

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Gráfico da função do exemplo de máximos e mínimos.....	15
Imagem 2 – gráfico da função $f(x) = x^3$	17
Imagem 3 – foto ilustrativa referente ao exemplo 1.....	19
Imagem 4 – foto ilustrativa referente ao exemplo 3.....	22
Imagem 5 – Restaurante Universitário.....	31
Imagem 6 – Cardápio servido.....	32
Imagem 7 – Cardápio servido (2).....	32
Imagem 8 – Foto retirada da tela inicial do site “caloriaspordia.com para João.....	36
Imagem 9 – Foto retirada da tela de resultados encontrados para João do site “caloriaspordia.com.....	37
Imagem 10 – foto retirada da tela inicial do site “caloriaspordia.com” para Sofia.....	40
Imagem 11– foto retirada da tela de resultados encontrados para Sofia do site “caloriaspordia.com”.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Método de otimização através da derivada.....	13
2.2 Sistemas Lineares e o Método do Escalonamento de Gauss	23
3 A OTIMIZAÇÃO NA ELABORAÇÃO DE DIETAS BALANCEADAS.....	30
3.1 Metodologia.....	30
3.2 Restaurante Universitário	31
3.3 Elaboração da Dieta.....	35
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Possuir uma boa alimentação é de grande importância e relevância para levar uma vida longa, vários são os trabalhos publicados como é o caso do documento feito por Recine e Radaelli (2023):

[...] Ninguém duvida. Existe uma relação direta entre nutrição, saúde e bem-estar físico e mental do indivíduo. As pesquisas comprovam que a boa alimentação tem um papel fundamental na prevenção e no tratamento de doenças. Há milhares de anos, Hipócrates já afirmava: “que teu alimento seja teu remédio e que teu remédio seja teu alimento”. É isso mesmo. O equilíbrio na dieta é um dos motivos que permitiu ao homem ter vida mais longa neste século (Recine;Lacerda, 2023,p.4).

Neste contexto, é vital manter uma alimentação saudável, visando uma vida longa e ativa e assegurando a funcionalidade das atividades físicas e mentais. Unindo o útil ao agradável, é possível resolver o problema da elaboração de uma dieta por meio da utilização de métodos matemáticos, permitindo desenvolver uma dieta que seja viável para o cotidiano.

A otimização, de forma mais ampla, refere-se ao efeito de melhorar algo ao máximo, buscando maior eficiência, aproveitamento ou desempenho dentro de determinadas condições. Em outras palavras, trata-se de ajustar e organizar recursos, processos ou sistemas de maneira estratégica para alcançar o melhor resultado possível. Esse conceito é aplicado em diversas áreas e, no dia a dia, é frequentemente utilizado de forma intuitiva. Por exemplo, empresas de logística buscam otimizar suas rotas para encontrar o caminho mais curto ou rápido na entrega de produtos, minimizando custos com combustível e tempo de viagem. Da mesma forma, a alocação de recursos em hospitais exige uma distribuição eficiente de leitos, médicos e equipamentos para atender ao maior número possível de pacientes sem desperdícios. Além disso, trabalhadores comuns, grandes empresas e vendedores autônomos também utilizam estratégias de otimização, como a aplicação de descontos para consumidores de vendas. No entanto, é essencial que esses descontos sejam calculados com precisão para evitar prejuízos e garantir que a estratégia realmente traga benefícios.

Os problemas de otimização, buscam estudar os principais conceitos que fundamentam a otimização, conceitos esses como o método de eliminação de Gauss visto no curso de cálculo numérico ou por exemplo conceitos abordados no curso de Cálculo 1 tais como os métodos da primeira e da segunda derivada, que permitem encontrar pontos de máximo ou mínimo de uma

função e são fundamentais em diversas aplicações práticas. A análise de concavidades, obtida pelo teste da segunda derivada, é uma técnica essencial para determinar esses pontos críticos. Tais conceitos e métodos para otimização são expandidos em disciplinas como Cálculo Numérico, Álgebra Linear e Equações Diferenciais Ordinárias, onde o uso de métodos numéricos e ferramentas matemáticas se torna mais avançado. Neste trabalho, busca-se otimizar o controle dos nutrientes em uma dieta, garantindo que cada componente nutricional esteja alinhado com os valores recomendados. Assim, o objetivo é elaborar dietas equilibradas que atendam às necessidades nutricionais de cada indivíduo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No trabalho de conclusão de curso de Lamin (2000), foi observado a aplicação de um método numérico na resolução de um problema envolvendo a dieta de Cambridge. A partir de uma tabela contendo os valores nutricionais de proteínas, carboidratos e gorduras para determinados alimentos, é possível determinar as quantidades necessárias para atingir metas nutricionais pré-estabelecidas. Com um problema bem definido e o uso adequado do método numérico, obtêm-se resultados que demonstram a eficácia das técnicas de otimização para resolver desafios semelhantes.

De forma semelhante, no trabalho de Silviana e Izabel (2014), apresenta-se uma atividade proposta para alunos do curso de matemática. Nesse exercício, os estudantes analisam uma tabela com informações sobre gorduras, proteínas e carboidratos. A turma é dividida em dois grupos: um deve calcular uma dieta com um valor “x” de calorias, enquanto o outro encontra um valor “y”. O objetivo da atividade é estimular o uso de métodos de escalonamento para resolver o problema e alcançar os resultados esperados, promovendo a aplicação prática dos conceitos matemáticos.

2.1 Método de otimização através da derivada

A partir de agora, iremos abordar os conceitos que servirão como base de apoio para os cálculos que serão realizados mais a frente neste trabalho. De início, temos o tema de otimização, na introdução abordamos uma visão mais geral do que seria a otimização, mas para o entendimento do trabalho, é preciso que o leitor entenda os conceitos de otimização da visão

matemática. Segundo Stewart (2006, p. 256), “Algumas das aplicações mais importantes do cálculo diferencial são os problemas de otimização, em que devemos encontrar a maneira ótima (melhor maneira) de fazer alguma coisa.”, ou seja, não tão diferente da sua definição mais geral, os problemas de otimização utilizam de métodos matemáticos como a derivada, para encontrar a maneira ótima de fazer algo.

Entretanto, para entender tais conceitos, precisamos definir aqui o que são os extremos locais e absolutos, é então que podemos descrever a primeira definição.

Definição 2.1.1 (Extremos Locais e Absolutos) Stewart (2006, p.256): “Seja c um número no domínio D de uma função f . Então $f(c)$ é o: *valor máximo absoluto* de f em D se $f(c) \geq f(x)$ para todo x em D ou *valor mínimo absoluto* de f em D se $f(c) \leq f(x)$ para todo x em D .”

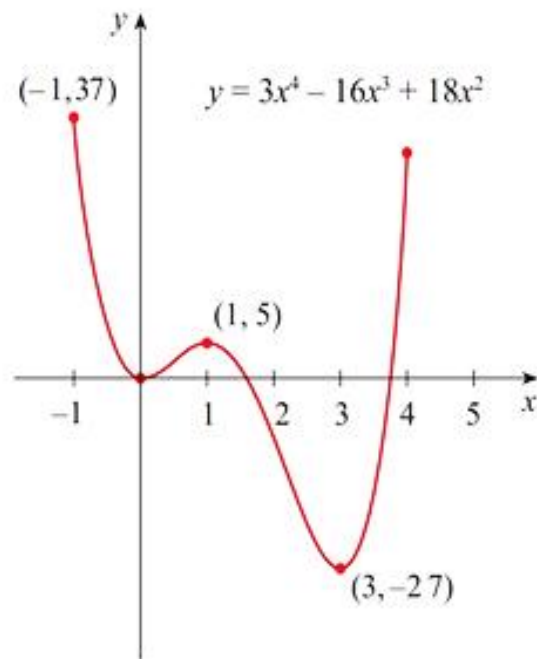
Ou seja, o valor absoluto máximo ocorre quando, em um determinado ponto, a função atinge o maior valor possível dentro desse intervalo, isso significa que, em nenhum outro ponto, a função assume um valor maior. Da mesma forma, o valor mínimo absoluto acontece quando a função atinge seu menor valor dentro do intervalo, sendo assim, não há nenhum outro ponto onde o valor da função seja menor.

Definição 2.1.2 (Máximo e Mínimo Local) Stewart (2006, p.256): “O número $f(c)$ é um: *valor máximo local* de f se $f(c) \geq f(x)$ quando x está próximo de c ou *valor mínimo local* de f se $f(c) \leq f(x)$ quando x está próximo de c .”

Isso traduz que, o valor máximo local ocorre quando, em um certo ponto, a função atinge um valor maior do que em qualquer outro ponto bem próximo a ele. Isso significa que, dentro de uma pequena região ao redor desse ponto, a função não assume valores maiores. Da mesma forma, o valor mínimo local acontece quando, em um determinado ponto, a função atinge um valor menor do que nossos pontos vizinhos. Ou seja, dentro de uma pequena vizinhança, não há valores menores do que aquele. Diferentes dos máximos e mínimos absolutos, que consideram toda a extensão do intervalo analisado, os máximos e mínimos locais são determinados apenas pelo comportamento da função em torno de um ponto específico.

Exemplo 2.1.3: Dada a função, $f(x) = 3x^4 - 16x^3 + 18x^2$ $-1 \leq x \leq 4$

Imagem 1: Gráfico da função do exemplo de máximos e mínimos.



Fonte: STEWART, 2006.

Algumas observações dos conceitos apresentados são de possível visualização a partir desse exemplo. Observe que no ponto $(1, 5)$, temos um máximo local, porém, o máximo absoluto é no ponto $(-1, 37)$. Já o ponto $(3, -27)$ é o ponto de mínimo absoluto, já um ponto de mínimo local se encontra em $(0, 0)$.

Teorema 2.1.4 (Teorema do Valor Extremo) Stewart (2006, p.257): “Se f for contínua em um intervalo fechado $[a, b]$, então f assume um valor máximo absoluto $f(c)$ e um valor mínimo absoluto $f(d)$ em certos números c e d em $[a, b]$.”

Isto é, se uma função for contínua em um intervalo fechado, então ela obrigatoriamente terá um valor máximo absoluto e um valor mínimo absoluto dentro desse intervalo. Esses valores podem ocorrer em qualquer ponto dentro do intervalo, inclusive nas extremidades. Isso acontece porque a continuidade garante que a função não tenha “quebras”, e o intervalo fechado garante que os extremos sejam considerados.

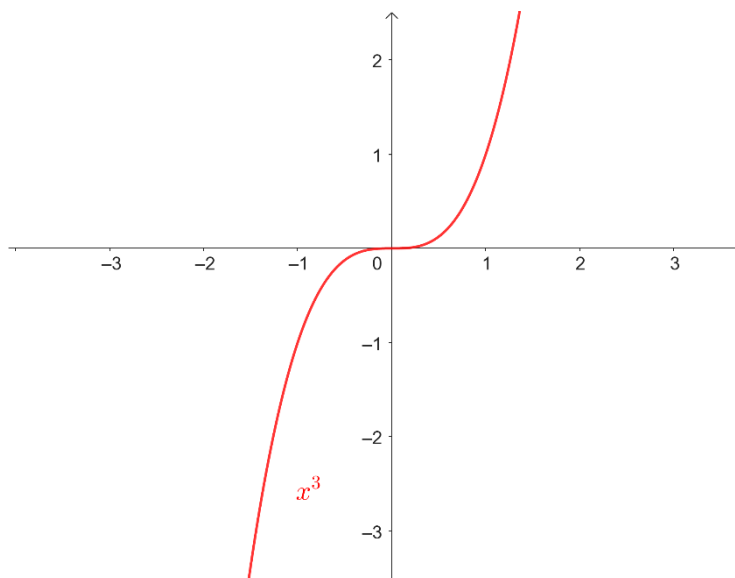
Teorema 2.1.5 (Teorema de Fermat) Stewart (2006, p.258): “Se f tiver um máximo ou mínimo local em c e se $f'(c)$ existir, então $f'(c) = 0$.”

Isso nos diz que se uma função tem um máximo ou mínimo local em um certo ponto e sua derivada existe nesse ponto, então a derivada deve ser igual a zero. Isso acontece porque, nos máximos e mínimos locais, a função muda de crescimento para decrescimento ou vice-versa, o que faz com que a orientação da reta tangente naquele ponto seja horizontal. Porém, é importante ter cuidado com este teorema, pois existem casos onde a derivada irá existir, será zero, mas poderá se tratar de um ponto de inflexão, que não é de máximo nem de mínimo. Um *ponto de inflexão* se trata de um ponto onde a curvatura de uma função muda de sentido, isso significa que, antes desse ponto, a função pode ser curvada para cima e, depois dele, passa a se curvar para baixo, ou vice-versa. No exemplo a seguir veremos melhor como funciona o ponto de inflexão.

Exemplo 2.1.6: Considere a função $f(x) = x^3$.

Solução: Realizando a derivada da função e fazendo $f'(x) = 0$, teremos que $f'(0) = 0$, porém ao observar o gráfico gerado pela função, é possível notar que não existe máximo ou mínimo local em zero:

Imagem 2: gráfico da função $f(x) = x^3$.



Fonte: Autoria própria.

Definição 2.1.7 (Pontos Críticos) Stewart (2006, p.260), “Um *número crítico* de uma função f é um número c no domínio de f tal que ou $f'(c) = 0$ ou $f'(c)$ não existe.”.

dessa definição obtemos o resultado que se uma função possui um máximo ou mínimo local em um ponto específico, então esse ponto é um número crítico da função (Stewart, 2006).

Em suma, para que possamos saber se uma função é crescente ou decrescente, basta que observemos sua derivada, caso a derivada de sua função seja maior que zero, temos então uma função crescente naquele intervalo, caso contrário, se no intervalo observado tivermos uma função decrescente, é possível comprovar que a derivada é menor que zero.

Definição 2.1.8 (Teste da Primeira Derivada) Stewart (2006, p.273): “Suponha que c seja um número crítico de uma função contínua f :

- (a) Se o sinal de f' mudar de positivo para negativo em c , então f tem um máximo local em c .
- (b) Se o sinal de f' mudar de negativo para positivo em c , então f tem um mínimo local em c .
- (c) Se f' é positiva à esquerda e à direita de c , ou negativa à esquerda e à direita de c , então f não tem máximo ou mínimo locais em c .

Definição 2.1.9 (Concavidade) Stewart (2006, p.275): “Se o gráfico de f estiver acima de todas as suas tangentes no intervalo I , então f é chamada *côncava para cima* em I . Se o gráfico de f estiver abaixo de todas as suas tangentes em I , então f é chamada *côncava para baixo* em I ”.

Existe uma forma de observar essas concavidades através das derivadas, especificamente da derivada de segunda ordem, que é uma leitura do gráfico da função onde é analisado a derivada de segunda ordem.

Definição 2.1.10 (Teste da Segunda Derivada) Stewart (2006, p.276): Suponha que f'' seja contínua na proximidade de c .

(a) Se $f'(c) = 0$ e $f''(c) > 0$, então f tem um mínimo local em c .

(b) Se $f'(c) = 0$ e $f''(c) < 0$, então f tem um máximo local em c .

Agora, iremos estudar alguns exemplos aplicados utilizando os assuntos de otimização através das derivadas e aplicar os conceitos aprendidos.

Exemplo 2.1.11: Um fazendeiro tem 2.400 pés de cerca e quer cercar um campo retangular que está na margem de um rio reto. Ele não precisa de cerca o longo do rio. Quais as dimensões do campo que tem maior área?

Solução: Tem-se a informação de que o fazendeiro quer uma cerca retangular e ainda que um dos lados desta cerca será complementada pelo rio que passa a beira do cercado, logo um dos lados desta cerca não terá como cercado a cerca em si, mas sim o rio. Com estas informações em mãos pode-se então imaginar a cerca como uma função em que um dos lados estará em frente ao rio e os outros dois lados um de frente para o outro, sendo a cerca um retângulo, logo os lados que não estão de frente para o rio serão iguais e podemos chamá-los de x , fazendo assim com que o lado que sobra seja um lado diferente e podemos chama-lo de lado y , como ilustrado na imagem abaixo:

Imagem 3: foto ilustrativa referente ao exemplo 1.



Fonte: Autoria própria (2025).

com o cercado bem determinado e sabendo que o fazendeiro o total de 2.400 pés de cerca em sua disposição é possível determinar a seguinte função:

$$2x + y = 2.400 \quad (1)$$

e ainda que a equação que determina a área de um retângulo é dada por,

$$A_R = Base \times Altura \quad (2)$$

modelando a equação 2 ao problema em questão, temos,

$$A_R = x \cdot y \quad (3)$$

agora para que possamos realizar o teste da primeira derivada, é necessário que a função que vai ser derivada esteja em função de apenas uma variável, nesse caso é necessário que a equação 3 esteja em função somente de x ou somente de y , para isso o que pode ser feito é isolar y na equação 1 e substituir na equação 3:

$$A_R = f(x) = x(2.400 - 2x) \quad (4)$$

fazendo a distributiva, temos,

$$f(x) = 2.400x - 2x^2 \quad (5)$$

com $f(x)$ em mãos e agora com a equação dependente de apenas uma variável, pode ser feita a derivada da função $f(x)$:

$$f'(x) = -4x + 2.400 \quad (6)$$

igualando a função, teremos em mãos uma equação do primeiro grau, então pode ser determinado o valor da variável x que é igual a 600.

Com o valor encontrado de x , podemos substituir na equação 1 e assim encontrar o valor de y , que é igual a 1.200, logo, os valores que desenvolvem a maior área para o fazendeiro é base igual a 600m e altura igual a 1.200m. É possível observar que tais valores realmente satisfazem, pelo teste da segunda derivada aplicada a equação 6, onde temos um sinal negativo que caracteriza os valores encontrados pelo teste da primeira derivada como valores de máximos locais.

Exemplo 2.1.12: Uma loja tem vendido 200 tênis de corrida por semana a 350 reais cada. Uma pesquisa de mercado indicou que para cada 10 reais de desconto oferecido aos compradores, o número de unidades vendidas aumenta 20 por semana. Encontre a função demanda e a função receita. Qual o desconto que a loja deveria oferecer para maximizar sua receita?

Solução: Para solucionar este problema primeiro é preciso ter o conhecimento de duas equações da economia, a primeira delas é a equação da receita:

$$R(x) = \text{Quantidade} \times \text{Preço} = xp(x) \quad (7)$$

relacionada a esta equação temos a equação que determina o lucro, que é dada da subtração da receita pelo custo total:

$$P(x) = R(x) - C(x) \quad (8)$$

com estas duas equações em mãos, o problema pode então ser resolvido.

É preciso que deixemos a função receita em função apenas de x , então em primeiro lugar será preciso que seja definido quem é a demanda nesse caso. Se x é a quantidade tênis vendidos por semana então podemos definir que o aumento nas vendas será a quantidade de tênis vendidos menos os 200 Tênis. Sabe-se que para cada aumento de 20 unidades, o preço decai em 10 reais, sendo assim, para cada unidade vendida, o preço decai para $10/20$ e agora a função demanda será do tipo:

$$p(x) = 350 - \frac{10}{20}(x - 200) \quad (9)$$

que simplificando temos:

$$p(x) = 450 - \frac{1}{2}x \quad (10)$$

com isso a função receita agora é:

$$R(x) = 450x - \frac{1}{2}x^2 \quad (11)$$

com a função $R(x)$ em mãos e aplicando o teste da primeira derivada, encontramos $R'(x)$ e igualando a função a zero encontramos o valor de x , que corresponde a quantidade de produtos vendidos que maximiza os lucros, que é de 450 unidades. Mais uma vez, sabemos que esse valor maximiza os lucros, pois aplicando o teste da segunda derivada na equação 11, encontramos uma função de sinal negativo, que caracteriza um valor encontrado pelo teste da primeira derivada como valor de máximo.

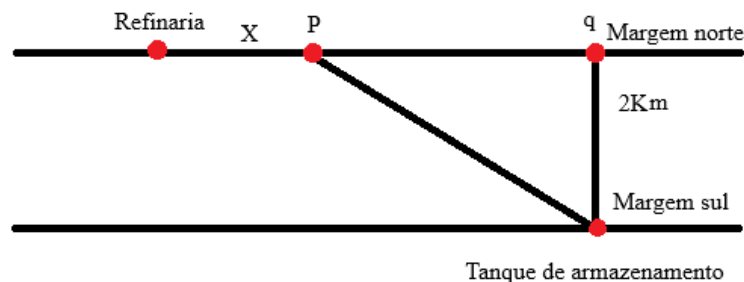
Com a quantidade de unidades vendidas podemos substituir na equação 10 que é a equação que nos dá o preço e assim encontrar que o preço é de 225 reais. E para encontrar o desconto, subtraímos o novo preço pelo antigo que era de 350 reais, logo o desconto dado será de 125 reais.

Exemplo 2.1.13: Uma refinaria de petróleo está localizada na margem norte de um rio reto que tem 2 km de largura. Um oleoduto deve ser construído da refinaria até um tanque de armazenamento localizado na margem sul do rio, 6 km a leste da refinaria. O custo de produção

do oleoduto é de \$ 400.000 por km sobre a terra, até um ponto P , na margem norte e \$ 800.000 por km sob o rio até o tanque. Onde P deveria estar localizado para minimizar o custo da construção do oleoduto?

Solução: de início, podemos imaginar um formato de como ficaria o projeto da construção do oleoduto de uma forma simplificada, de forma que podemos imaginar como a imagem abaixo:

Imagem 4: foto ilustrativa referente ao exemplo 2.



Fonte: Autoria própria (2025).

com o desenho acima, podemos notar algumas coisas, primeiro que a distância entre o ponto “ q ” localizado a margem norte e o ponto “ P ” é exatamente $6 - x$, e que a distância de uma margem a outra do rio tem 2 km, e ainda que se traçarmos uma reta até o tanque teremos uma distância que pode ser descrita como sendo y e podendo ser definida como a hipotenusa do triângulo retângulo através do teorema de Pitágoras onde os seus catetos serão 2 e $6 - x$. Com estas informações podemos definir y :

$$y^2 = 2^2 + (6 - x)^2$$

desenvolvendo os cálculos,

$$y = \sqrt{40 - 12x + x^2} \quad (12)$$

agora que temos a distância do ponto “ P ” até o tanque em função de x , podemos definir a nossa função custo da seguinte forma,

$$C(x) = 400.000x + 800.000\sqrt{40 - 12x + x^2} \quad (13)$$

agora com a função em mãos, dependente de apenas uma variável, pode-se então realizar a derivada e igualar a zero, que resulta em $x = 4,85m$. Uma das formas de comprovar que o valor que minimiza o custo realmente é o que encontramos é realizando o teste da segunda derivada, que mostra que a função tem o sinal positivo, e pelo teorema classifica-se como um mínimo local. Fazendo o teste podemos observar que o valor que minimiza realmente é $x \approx 4,85 m$, retornando um custo de construção igual a 3.785.643,519 reais.

Para tornar mais interessante podemos fazer um teste desta questão sem o conhecimento matemático, usando um método mais direto para comparar e comprovar que a minimização realmente é o melhor caminho. Se testarmos fazer a construção mínimo por água, isto é, usar os 2 km pela água apenas e o resto todo por terra, o custo da obra será de aproximadamente 4.000.000 reais, e caso fizéssemos o valor máximo pela água e mínimo pela terra, o custo da obra é de aproximadamente 5.059.644,26 reais. Logo podemos observar que o valor que minimiza os custos é o encontrado pelo método da otimização por derivada.

2.2 Sistemas Lineares e o Método do Escalonamento de Gauss

Para complementar o entendimento do leitor a respeito deste trabalho, é importante alguns conhecimentos acerca de sistemas lineares. Primeiramente iremos abordar o conceito de equação linear, sendo assim, veremos a definição.

Definição 2.2.1 (Equação Linear) Franco (1997, p. 108): "Uma equação é linear se cada termo contém não mais do que uma variável e cada variável aparecem na primeira potência."

Exemplo 2.2.2:

$$2x + 6y - 20z = -3 \quad (1)$$

Esse é um exemplo de equação linear pois cada termo está acompanhado de somente uma variável, e todas as variáveis possuem grau igual a 1.

Agora analisemos um segundo caso, onde temos um tipo de equação não linear:

$$4xy - 6z^2 = -3 \quad (2)$$

Nesse caso, pode-se notar que a equação não se trata de uma equação linear, pois além de o primeiro termo possuir mais de uma variável, ainda temos que o próximo termo da equação possui uma variável elevada ao quadrado.

Quando possuímos mais de uma equação, sendo elas lineares, o que temos em mãos chamasse sistemas de equações lineares.

Definição 2.2.3 (Sistema de Equações Lineares) Franco (1997, p. 108): “Vamos considerar n equações lineares com n variáveis (incógnitas) e vamos nos referir a elas como um *Sistema de n Equações Lineares* ou um *Sistema Linear de ordem n* .”.

Uma solução desse sistema de equações corresponde a um conjunto de valores para as “ n ” variáveis que, ao serem inseridos nas equações, tornam todas as igualdades verdadeiras ao mesmo tempo, como por exemplo o sistema linear de três equações:

$$\begin{cases} 2x + 3y + 3z = 25 \\ 3x + 2y + 3z = 24 \\ 4x + 1y + 3z = 21 \end{cases} \quad (1)$$

que possui a solução $x = 3,2$, $y = 4,2$ e $z = 2$.

Definido o que é um sistema linear, é necessário que saibamos classificar o sistema linear. Um sistema linear é classificado de acordo com a quantidade de soluções que possui. Sua classificação é dividida em dois casos, o caso “ A ” onde o sistema é possível, e o caso “ B ” onde o sistema é impossível. Do caso A temos dois ramos, um deles sendo o ramo “possível indeterminado” que é quando o sistema admite apenas uma única solução e o “possível indeterminado” que é quando o sistema possui mais de uma solução, já o caso B como sugere o próprio nome é quando o sistema não admite soluções:

Exemplo 2.2.4: Classificar os sistemas lineares.

$$a) \begin{cases} x + y = 6 \\ x - y = 2 \end{cases}$$

$$b) \begin{cases} x + y = 1 \\ 2x + 2y = 2 \end{cases}$$

$$c) \begin{cases} x + y = 1 \\ x + y = 4 \end{cases}$$

Solução: Analisando o sistema da letra *a*), a solução encontrada é $x = 4$ e $y = 2$, sendo este o único par de valores que satisfaz simultaneamente ambas as equações e fazendo com que esse sistema seja um exemplo de sistema possível e determinado. Já o caso da letra *b*), temos as seguintes soluções $x = 0$ e $y = 1$; $x = 1$ e $y = 0$, e por aí em diante, fazendo com que este caso seja um sistema possível e indeterminado. Já no caso *c*), o sistema não possui solução. Caso o leitor queira provar, basta projetar as retas das equações do sistema e observar que são paralelas. Como, por definição, retas paralelas não se tocam, conclui-se que o sistema é impossível.

Definição 2.2.5 (Sistemas Equivalentes) Franco (1997, p. 111): “Dois sistemas lineares são equivalentes quando admitem a mesma solução.”.

Ou seja, uma abordagem eficiente para resolver um sistema linear por métodos numéricos é convertê-lo em uma forma equivalente que permita encontrar a solução de maneira mais simples. Nos métodos exatos, isso costuma ser feito ao reformular o sistema original em um formato triangular, facilitando sua resolução. O Método de Eliminação de Gauss, também conhecido como método de Gauss Simples, tem como objetivo transformar um sistema linear dado em um sistema equivalente na forma triangular. Isso é feito por meio de operações elementares aplicadas às linhas do sistema original. A principal operação consiste em substituir uma equação pela diferença entre ela mesma e outra equação multiplicada por uma constante não nula. Essa transformação não altera a solução do sistema, apenas gera uma nova versão equivalente ao original. O propósito desse procedimento é organizar as equações de maneira que o sistema resultante tenha uma estrutura triangular superior, facilitando sua resolução.

É importante ressaltar que para este trabalho, demos preferência por trabalhar com um sistema de três equações e três incógnitas, desse modo, vamos explorar o método de Eliminação de Gauss a partir da resolução de um sistema desse tipo:

Exemplo 2.2.6:

$$\begin{cases} 2x + 4y + 6z = 15 \\ 4x + 2y + 8z = 20 \\ 3x + 6y + 1z = 30 \end{cases}$$

Solução: A partir do sistema, montamos a matriz,

$$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 15 \\ 4 & 2 & 8 & 20 \\ 3 & 6 & 1 & 30 \end{pmatrix}$$

Em seguida, é feita a primeira operação,

$$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 15 \\ 4 & 2 & 8 & 20 \\ 3 & 6 & 1 & 30 \end{pmatrix} L_2 - (2) \cdot L_1 \rightarrow L_2$$

Assim continua até que zere a parte do triângulo inferior,

$$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 15 \\ 0 & -6 & -4 & -10 \\ 3 & 6 & 1 & 30 \end{pmatrix} L_3 - \left(\frac{3}{2}\right) \cdot L_1 \rightarrow L_3$$

Finalmente temos,

$$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 15 \\ 0 & -6 & -4 & -10 \\ 0 & 0 & -8 & \frac{15}{2} \end{pmatrix}$$

O resultado é um sistema de equações equivalente ao primeiro, porém mais simples de resolver,

$$\begin{cases} 2x + 4y + 3z = 15 \\ -6y - 4z = -10 \\ -8z = \frac{15}{2} \end{cases}$$

Com esse sistema é possível determinar o valor de $z = -0,9375$, $y = 2,2916$ e $x = 5,7291$.

Agora, iremos estudar alguns exemplos aplicados utilizando os assuntos de otimização através dos métodos de escalonamento e aplicar os conceitos aprendidos.

Exemplo 2.2.7: Um nutricionista está elaborando uma refeição que contenha os alimentos A , B e C . Cada grama do alimento A contém 2 unidades de proteína, 3 unidades de gordura e 4 unidades de carboidrato. Cada grama do alimento B contém 3 unidades de proteína, 2 unidades de gordura e 1 carboidrato. Já no alimento C , em cada grama, encontramos 3 unidades de proteína, 3 de gordura e 2 unidades de carboidrato. Se a refeição deve fornecer exatamente 25 unidades de proteína, 24 unidades de gordura e 21 unidades de carboidrato, quantos gramas de cada tipo de alimento devem ser utilizados?

Solução: Para organizar melhor o problema acima, podemos iniciar criando uma tabela, afim de visualizar melhor e fazer com que o exercício tome forma, sendo assim:

Tabela 1: Alimentos e nutrientes de cada elemento de uma refeição.

Alimentos	A	B	C	Refeição
Proteínas	2	3	3	25
Carboidratos	3	2	3	24
Gorduras	4	1	2	21

Fonte: Autoria própria (2025).

Com a tabela 1, podemos observar claramente o problema como sendo três equações possuindo três variáveis sendo elas x , y e z , e detendo o conhecimento advindo dos assuntos aprendidos geralmente em álgebra linear, sabemos que quando o número de equações é igual ao número de variáveis, podemos encontrar seus valores.

Como proposto usaremos aqui o método do escalonamento, montamos a matriz 3×4 que tem o seguinte formato:

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 3 & 25 \\ 3 & 2 & 3 & 24 \\ 4 & 1 & 2 & 21 \end{pmatrix}$$

Com a matriz pronta podemos iniciar as operações, a primeira a ser aplicada será,

$$L_2 - \frac{3}{2}L_1 \rightarrow L_2$$

Assim temos,

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 3 & 25 \\ 0 & \frac{-5}{2} & \frac{-3}{2} & \frac{-27}{2} \\ 4 & 1 & 2 & 21 \end{pmatrix} L_3 - 2 \cdot L_1 \rightarrow L_3$$

em seguida,

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 3 & 25 \\ 0 & \frac{-5}{2} & \frac{-3}{2} & \frac{-27}{2} \\ 0 & -5 & -4 & -29 \end{pmatrix} L_3 - 2 \cdot L_2 \rightarrow L_3$$

por tem-se,

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 3 & 25 \\ 0 & \frac{-5}{2} & \frac{-3}{2} & \frac{-27}{2} \\ 0 & 0 & -1 & -2 \end{pmatrix}$$

portanto, da equação 3 do sistema, podemos encontrar o valor de z , a partir dele conseguimos definir y e por fim x . Resolvendo as equações, obtemos então os valores correspondentes de x , y e z respectivamente (3,2;4,2;2).

Logo, podemos concluir, que a refeição final, para que seja atingido os valores propostos, o indivíduo deve utilizar 3,2 unidades do alimento A , 4,2 unidades do alimento B e 2 unidades do alimento C .

Exemplo 2.2.8: A “Dieta de Cambridge” foi uma dieta desenvolvida na Universidade de Cambridge pelo Dr. Alan H. Howard e sua equipe após oito anos de pesquisa com pacientes obesos. Sua fórmula de baixíssimas calorias inclui uma combinação equilibrada de nutrientes essenciais. Popular nos anos 80, milhões de pessoas a utilizaram para uma perda de peso rápida e significativa.

Tabela 2: Tabela contendo os valores de cada nutriente e dados das quantidades da dieta de Cambrigde.

Quantidades(gramas) fornecidas por 100g de ingrediente				
Nutrientes(g)	Leite desnatado	Farinha de soja	Soro de leite	Quantidades fornecidas pela dieta de Cambridge em um dia
Proteína	36	51	13	33
Carboidrato	52	34	74	45
Gordura	0	7	1,1	3

Fonte: Autoria própria (2025).

Na tabela 2 temos um exemplo que ilustra um problema em pequena escala. Dada a tabela 2, determine uma combinação de leite desnatado, farinha de soja e soro de leite, de modo a obter as quantidades diárias exatas de proteínas, carboidratos e gordura para a dieta.

Solução: assim como o problema anterior, nos deparamos com um sistema de equações, onde temos três equações para três variáveis, e ainda tivemos a ajuda do próprio exercício, pois já nos deu uma tabela onde podemos enxergar perfeitamente o problema.

Agora que já sabemos o que fazer e como fazer, ficou simples, primeiro montamos nossa matriz 3x4:

$$\begin{pmatrix} 36 & 51 & 13 & 33 \\ 52 & 34 & 74 & 45 \\ 0 & 7 & 1,1 & 3 \end{pmatrix}$$

com a matriz montada, a primeira operação que pode ser feita é: $L_2 - \left(\frac{13}{9}\right) \cdot L_1 \rightarrow L_2$

$$\begin{pmatrix} 36 & 51 & 13 & 33 \\ 52 & 34 & 74 & 45 \\ 0 & 7 & 1,1 & 3 \end{pmatrix} L_3 - \left(\frac{-3}{2}\right) \cdot L_2 \rightarrow L_3$$

$$\begin{pmatrix} 36 & 51 & 13 & 33 \\ 0 & \frac{-119}{3} & \frac{497}{9} & \frac{-8}{3} \\ 0 & 0 & \frac{5531}{510} & \frac{43}{17} \end{pmatrix}$$

Com a matriz escalonada, pode-se então a partir da equação 3 obter o valor de soro de leite, a partir dele obter o valor da farinha de soja e por fim o total em leite desnatado.

Os valores obtidos são 0,277 unidades de leite desnatado, 0,392 unidades de farinha de soja e 0,233 unidades de soro de leite. Com estes valores, pode-se obter os valores tabelados necessários para a dieta proposta.

3 A OTIMIZAÇÃO NA ELABORAÇÃO DE DIETAS BALANCEADAS

3.1 Metodologia

Este estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica e pesquisa aplicada, e tem como objetivo estudar o conceito de otimização a partir de derivadas e de resolução de sistemas lineares, além de aplicar métodos numéricos para a otimização de dietas balanceadas, utilizando abordagens consolidadas. A pesquisa será conduzida na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Caraúbas, com base em dados fornecidos pelo restaurante universitário, que detalham os nutrientes presentes no cardápio semanal. A fundamentação teórica apoia-se em uma revisão abrangente de artigos e publicações na área da nutrição, além de livros que abordam métodos numéricos aplicados à otimização de funções, conceitos amplamente ensinados em cursos superiores da área de exatas.

Na fase inicial, serão coletadas informações relevantes por meio de pesquisas em fontes acadêmicas e da análise crítica de estudos já publicados. Esse levantamento tem o propósito de fortalecer o embasamento teórico necessário ao desenvolvimento da pesquisa. Além disso, será realizada uma investigação sobre o funcionamento do restaurante universitário, a fim de compreender o processo de definição das refeições e os critérios nutricionais adotados.

Na segunda etapa, será conduzida uma análise detalhada para identificar os métodos mais adequados à aplicação dos conceitos estudados, assegurando que as soluções propostas sejam viáveis e eficazes. A partir dessa base, o estudo avançará com a integração dos dados

coletados e das técnicas selecionadas, visando à elaboração de dietas nutricionalmente equilibradas.

3.2 Restaurante Universitário

A partir deste ponto, aplicaremos na prática os conceitos abordados anteriormente. Para isso, tomaremos como referência dois alunos matriculados na UFERSA, campus Caraúbas, que utilizam regularmente o restaurante universitário. Antes de avançarmos, é fundamental compreender o funcionamento desse restaurante.

O restaurante universitário do campus Caraúbas oferece almoço e jantar de segunda a sexta-feira, além de almoço aos sábados, a um custo significativamente abaixo do valor de mercado. No entanto, esse benefício é exclusivo para os alunos regularmente matriculados na universidade.

Imagem 5: Restaurante Universitário.



Fonte: Autoria própria (2025).

Todas as refeições seguem um padrão estabelecido por um contrato denominado “Termo de Referência”, que detalha a composição dos pratos e as quantidades de cada item. Os alunos que adquirem uma refeição têm direito a se servir livremente dos acompanhamentos, feijão e saladas, além de uma sobremesa, que pode ser uma fruta ou um doce. A única exceção é a proteína, que é servida diretamente pelo restaurante.

Imagem 6: Cardápio servido.



Fonte: Autoria própria (2025).

Imagem 7: Cardápio servido (2).



Fonte: Autoria própria (2025).

O “Termo de Referência” também define as diretrizes que a empresa contratada deve seguir, incluindo a padronização do prato principal ou da proteína do dia, de acordo com o cardápio estabelecido. As regras específicas para esse serviço estão detalhadas na tabela a seguir:

Tabela 3: Tabela contendo as opções e especificações dos pratos principais.

	ESPECIFICAÇÃO	PESO MÍNIMO
PRATO PRINCIPAL	Bife bovino – coxão mole, coxão duro, patinho	150g
	Carne de panela – acém, músculo, cupim	150g
	Assado bovino – cupim, coxão duro	160g
	Aves - coxa/sobrecoxa	200g
	Aves – peito de frango	170g
	Bisteca suína	200g
	Pernil, lombo ou coxão mole suíno	200g
	Linguiça toscana ou calabresa	150g
	Filé de peixe – tilápia, merluza	150g
	Posta de peixe – tilápia, atum, cavala	200g
	Lasanhas e escondidinhos	200g
	Panquecas	200g
	Fígado bovino	150g
	Creme de frango/Fricassê/Estrogonofe	200g
	Carne moída com legumes	200g

	Paçoca de carne	200g
	Ovos de galinha	150g
PRATO VEGETARIANO	Prato pronto	150g
	Tortas, panquecas, lasanhas ou outras preparações contendo carboidrato	200g

Fonte: Autoria própria (2025).

Essa tabela tem como objetivo informar as quantidades mínimas de proteína por prato, por exemplo, se o aluno escolhe somente uma opção de prato principal, que suponhamos que seja o peito de frango, então esse aluno receberá o valor total mínimo (porção inteira) de 170 gramas do peito de frango. Já no caso em que o aluno opta pela escolha das duas opções de prato principal servida no dia, o aluno então tem direito a receber metade do valor de cada prato estabelecido por esta tabela, por exemplo, digamos que no dia o aluno tem as opções de peito de frango e paçoca de carne, sendo assim o aluno receberá 100 gramas de paçoca de carne e 85 gramas de peito de frango.

Além de especificar como deve ser feito a distribuição do prato principal, o termo também estabelece como deve funcionar as quantidades que os alunos tem direito sobre a sobremesa, tais normas também estão em forma de tabela, da seguinte forma:

Tabela 4: Tabela contendo as opções e especificações das sobremesas.

SOBREMESA	Doce tabletes	35g
	Doce em pasta	60g
	Fruta – fatia	150g
	Fruta - unidade	100g
	Rapadura	40g

Fonte: Autoria própria (2025).

De forma similar a tabela 3, a tabela 4 especifica quantidades por escolha da opção, porém, diferente do prato principal que disponibilizava duas opções além da opção vegetariana,

nessa parte da refeição, o aluno tem direito apenas a uma escolha que será a do cardápio do dia em questão, por exemplo, se no dia em questão a opção for melancia, neste caso é servido a fatia, mas caso seja uma maçã, o aluno terá o direito a unidade da fruta, como especificado na tabela.

A empresa contratada também tem que seguir uma das cláusulas regidas pelo termo de referência, a cláusula 5.5.7 “FEIJÃO: Será oferecido obrigatoriamente uma opção de feijão, sendo permitido feijão preto, feijão carioca, feijão branco ou feijão de corda.” (p.26). Além do suco que como a sobremesa, só terá uma opção, a depender do dia.

Sendo assim, as únicas opções a serem manipuladas pelo aluno, serão a salada, os acompanhamentos e o feijão, com uma pequena quebra desse requisito na quarta feira, por ser feito a troca de um dos pratos principais por uma feijoada.

3.3 Elaboração da Dieta

Digamos que um aluno chamado João (aluno fictício), matriculado na UFERSA, campus Caraúbas, tenha um peso inicial de 70 kg, altura de 170 cm e 20 anos de idade. Além disso, ele pratica exercícios físicos de segunda a sábado.

João utilizou o site “caloriaspordia.com” para obter auxílio na elaboração de sua dieta. Esse site funciona como uma calculadora de taxa metabólica e fornece um cronograma para a distribuição da alimentação ao longo do dia. Para isso, João acessou a plataforma e inseriu suas informações, como peso, idade, altura, sexo e nível de atividade física.

Imagem 8: foto retirada da tela inicial do site “caloriaspordia.com”.

Calculadora IMC Calculadora De Macronutrientes Calculadora TDEE Artigos

Calculadora de Gasto Calórico Diário

Veja quantas calorias queima todos os dias e controle finalmente o seu peso!

Sexo ☒ Masculino ☐ Feminino

Idade

Peso

Altura

Atividade física ▼

[Calcular calorias agora](#)

Fonte: Autoria própria (2025).

Com os dados inseridos, o site calculou as calorias diárias gastas por João de modo a definir três tipos de dietas possíveis a serem seguidas, para este caso iremos supor que João deseja manter seu peso atual.

Sendo assim, João teve apenas que rolar a página do site e escolher a opção “manter peso”, e o site lhe mostrou uma forma de como, através de três opções diferentes, João deve montar suas refeições, para que possa atingir sua meta diária de calorias:

Imagem 9: foto retirada da tela de resultados encontrados para João do site “caloriaspordia.com”.

Distribuição das calorias por macronutrientes

Distribuição das suas **2876 calorias** de manutenção 30/35/35 significa 30% proteína, 35% gordura, 35% carboidratos

Carboidratos moderados (30/35/35)	Carboidratos baixos (40/40/20)	Carboidratos altos (30/20/50)
Proteína: 216g	Proteína: 288g	Proteína: 216g
Gordura: 112g	Gordura: 128g	Gordura: 64g
Carboidratos: 252g	Carboidratos: 144g	Carboidratos: 360g

O valor calórico da proteína e dos carboidratos é de 4 calorias por grama enquanto que a gordura tem 9 calorias por grama.

Fonte: Autoria própria (2025).

Na imagem 2, podemos ver as distribuições feitas para opção “manter peso”. Temos também algumas explicações dadas pelo site como na parte superior direita da imagem, onde o site nos fala o que significa uma dieta ser “(30/35/35)” e também explica o porquê da proporção da quantidade de gordura ser a mesma do carboidrato, pois na parte inferior, centralizada, o site comenta que “O valor calórico da proteína e dos carboidratos é de 4 calorias por grama enquanto que a gordura tem 9 calorias por grama.”.

Com essas informações em mãos, podemos então passar para a elaboração da dieta. No entanto, vamos considerar algumas suposições. A primeira é que João decidiu realizar cinco refeições diárias, sendo que apenas o almoço e o jantar serão consumidos no restaurante, enquanto o café da manhã, o lanche da tarde e a ceia serão preparados separadamente. A segunda suposição é que, com essas três refeições, João já tenha atingido metade da meta estabelecida pelo site. Diante disso, analisaremos se é possível que ele alcance seu objetivo por meio das duas refeições feitas no restaurante.

Para essa análise, foi necessário organizar uma tabela com informações sobre os alimentos que João consumirá no restaurante. Com o auxílio de mais um site, desta vez o "vitat.com.br", foi possível estruturar a seguinte tabela:

Tabela 5: Tabela contendo as opções e seus respectivos valores por macronutriente.

ALIMENTOS	PEITO DE FRANGO	ARROZ COZIDO	PAÇOCA
	85g (Porção).	75g (Porção).	16g (unidade).
PROTEÍNA	20,86	1,88	2,3
CARBOIDRATO	0,87	21,08	8,6
GORDURA	6,15	0,15	5

Fonte: Autoria própria (2025).

De posse do valor total de calorias obtido no site “caloriaspordia.com”, temos os valores mínimos a serem alcançados: 108 gramas de proteínas, 126 gramas de carboidratos e 56 gramas de gorduras.

Com essas suposições, já é possível realizar o cálculo, que é bastante similar aos exemplos 1 e 2 do método de escalonamento, utilizando a eliminação de Gauss. Vamos modelar o problema por meio de um sistema de equações que gera uma matriz, a qual pode ser escalonada. Sendo assim, vejamos como ficará a matriz do problema. Primeiramente, é importante considerar que já temos os valores desejados: 126 gramas de carboidratos, 108 gramas de proteínas e 56 gramas de gorduras. No entanto, como se trata de duas refeições, esses valores serão divididos pela metade. Dessa forma, obtemos três equações com três incógnitas cada:

$$\begin{cases} 20,86x + 1,88y + 2,3z = 54 \\ 0,87x + 21,08y + 8,6z = 63 \\ 6,15x + 0,15y + 5z = 28 \end{cases} \quad (1)$$

agora, basta que seja escalonado a matriz, desta forma,

$$\begin{pmatrix} 20,86 & 1,88 & 2,3 & 54 \\ 0,87 & 21,08 & 8,6 & 63 \\ 6,15 & 0,15 & 5 & 28 \end{pmatrix} \left(-\frac{87}{2086} \right) \cdot L_1 + L_2 \rightarrow L_2$$

em seguida temos,

$$\begin{pmatrix} 20,86 & 1,88 & 2,3 & 54 \\ 0 & 1095236/522505 & 35479/4172 & 63360/1043 \\ 6,15 & 0,15 & 5 & 28 \end{pmatrix} \left(-\frac{615}{2086} \right) \cdot L_1 + L_3 \rightarrow L_3$$

e para finalizar,

$$\begin{pmatrix} 20,86 & 1,88 & 2,3 & 54 \\ 0 & 1095236/522505 & 35479/4172 & 63360/1043 \\ 0 & -8433/20860 & 18031/4172 & 12599/1043 \end{pmatrix} \left(-\frac{42165}{2190466} \right) \cdot (-L_2) + L_3 \rightarrow L_3$$

por fim obtemos o seguinte,

$$\begin{pmatrix} 20,86 & 1,88 & 2,3 & 54 \\ 0 & 1095236/522505 & 35479/4172 & 63360/1043 \\ 0 & 0 & 39302267/8761864 & 14510669/1095233 \end{pmatrix}$$

da última linha obtemos o valor de z, em seguida o de y e por fim o de x, sendo eles:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2,11 \\ 1,69 \\ 2,95 \end{pmatrix}$$

Isso mostra que João, considerando o frango servido, necessitaria de duas porções. Para o arroz, representado pela componente y, ele precisaria de pouco mais de uma porção e meia. Já em relação à paçoca, seriam necessárias aproximadamente três porções, ou seja, três unidades.

Sendo assim, considerando as quantidades que o restaurante disponibiliza, e os arredondamentos possíveis para o cálculo, João ficaria em falta apenas da quantidade de gordura, ou seja, duas paçocas a mais em cada uma das refeições.

Para evidenciar a eficácia dos métodos, vamos considerar que, a princípio, João não sabia otimizar sua dieta. Ele decidiu comer uma porção de frango, duas porções de arroz e uma unidade de paçoca. Dessa forma, acabou consumindo 26,92 gramas de proteína, 51,63 gramas de carboidratos e 11,45 gramas de gordura, valores que, ao serem comparados com sua meta para uma refeição, estão bem abaixo do necessário. Nesse contexto, caso João não realizasse os cálculos, em vez de manter seu peso, ele muito possivelmente teria uma perda de peso.

Vamos supor um segundo caso, desta vez envolvendo uma aluna do curso, que chamaremos de Sofia. Ela tem 22 anos, pesa cerca de 56 kg, mede aproximadamente 160 cm e realiza exercícios físicos moderadamente, em média três vezes por semana. Seu objetivo é ganhar massa muscular, pois se inspira em atletas que acompanha no TikTok. Assim como no caso anterior, Sofia busca auxílio no site 'caloriaspordia.com' para calcular sua dieta e obter orientações sobre o ganho de massa muscular. O processo no site, considerando suas informações, ocorre da seguinte forma:

Imagem 10: foto retirada da tela inicial do site “caloriaspordia.com” para Sofia.

Calculadora de Gasto Calórico Diário

Veja quantas calorias queima todos os dias e controle finalmente o seu peso!

Sexo	☐ Masculino ☒ Feminino
Idade	22
Peso	56
Altura	160
Atividade física	Moderadamente ativo (3-5 dias/semana)
Calcular calorias agora	

Fonte: Autoria própria (2025).

Sofia pretende ganhar massa, logo, rolou a tela dos resultados e encontrou a parte onde o site lhe mostra como obter o resultado desejado:

Imagem 11: foto retirada da tela de resultados encontrados para Sofia do site “caloriaspordia.com”.

Distribuição das calorias por macronutrientes

Distribuição das suas **2498 calorias** para ganhar peso 30/35/35 significa 30% proteína, 35% gordura, 35% carboidratos

Carboidratos moderados (30/35/35)	Carboidratos baixos (40/40/20)	Carboidratos altos (30/20/50)
Proteína: 187g	Proteína: 250g	Proteína: 187g
Gordura: 97g	Gordura: 111g	Gordura: 56g
Carboidratos: 219g	Carboidratos: 125g	Carboidratos: 312g

O valor calórico da proteína e dos carboidratos é de 4 calorias por grama enquanto que a gordura tem 9 calorias por grama.

Fonte: Autoria própria (2025).

De posse dessas informações, suponhamos que Sofia, assim como no caso anterior, realizará cinco refeições, sendo que apenas o almoço e o jantar serão consumidos no restaurante, enquanto o café da manhã, o lanche da tarde e a ceia serão feitos à parte. Além disso, assim como no caso anterior, as três refeições feitas separadamente suprirão metade da meta proposta.

Sendo assim, para atingir sua meta, Sofia precisa consumir um total de 93,5 gramas de proteínas, 48,5 gramas de gorduras e 109,5 gramas de carboidratos. Como esses valores serão distribuídos em duas refeições, utilizaremos metade de cada um para os cálculos. Tomaremos como referência os alimentos listados na Tabela 5 do caso anterior. Agora, basta montarmos o problema, que da mesma forma do caso anterior, temos três equações de três incógnitas cada:

$$\begin{cases} 20,86x + 1,88y + 2,3z = 46,75 \\ 0,87x + 21,08y + 8,6z = 54,75 \\ 6,15x + 0,15y + 5z = 24,25 \end{cases} \quad (2)$$

agora, basta que seja escalonado a matriz, desta forma,

$$\begin{pmatrix} 20,86 & 1,88 & 2,3 & 46,75 \\ 0,87 & 21,08 & 8,6 & 54,75 \\ 6,15 & 0,15 & 5 & 24,25 \end{pmatrix} \left(-\frac{87}{2086} \right) \cdot L_1 + L_2 \rightarrow L_2$$

assim temos,

$$\begin{pmatrix} 20,86 & 1,88 & 2,3 & 54 \\ 0 & 1095233/52150 & 35479/4172 & 440565/8344 \\ 6,15 & 0,15 & 5 & 24,25 \end{pmatrix} \left(-\frac{615}{2086} \right) \cdot L_1 + L_3 \rightarrow L_3$$

desta operação tem-se,

$$\begin{pmatrix} 20,86 & 1,88 & 2,3 & 54 \\ 0 & 1095233/52150 & 35479/4172 & 440565/8344 \\ 0 & -8433/20860 & 18031/4172 & 87337/8344 \end{pmatrix} \left(-\frac{42165}{2190466} \right) \cdot (-L_2) + L_3 \rightarrow L_3$$

por fim temos:

$$\begin{pmatrix} 20,86 & 1,88 & 2,3 & 54 \\ 0 & 1095233/52150 & 35479/4172 & 440565/8344 \\ 0 & 0 & 39302267/8761864 & 201232169/17523728 \end{pmatrix}$$

da última linha obtemos o valor de z, em seguida o de y e por fim o de x, sendo eles:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,82 \\ 1,47 \\ 2,56 \end{pmatrix}$$

Podemos observar, a partir dos resultados obtidos, que Sofia necessita de quase duas porções do alimento x (frango), aproximadamente uma porção e meia do alimento y (arroz) e cerca de duas porções e meia do alimento z (paçoca). Dessa forma, Sofia possui quantidade suficiente de alimentos para atingir sua meta de proteínas e carboidratos, mas ainda precisa de mais uma porção e meia de paçoca para completar sua ingestão necessária de gorduras.

De forma similar ao exemplo de João, vamos considerar que Sofia não sabia otimizar sua dieta. Ela decidiu que iria comer duas porções de frango, quatro porções de arroz e uma

unidade de paçoca. Dessa forma, acabou consumindo 51,54 gramas de proteína, 94,66 gramas de carboidratos e 17,9 gramas de gordura. Ao analisar os valores necessários para atingir sua meta em uma refeição, percebe-se que esses números são muito altos. Sendo assim, no caso de Sofia não realizar os cálculos corretamente, em vez de ganhar peso de forma adequada, ela provavelmente teria um ganho de peso fora do que é considerado saudável.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou a praticidade da otimização não só de maneira teórica, mas também em exemplos cotidianos, especialmente na elaboração de dietas balanceadas, unindo conceitos aprendidos nos cursos de cálculo de forma aplicada. Através da utilização de métodos numéricos e análise de dados referentes à composição nutricional dos alimentos disponibilizados no restaurante universitário da UFERSA, foi possível desenvolver um modelo eficaz que não só atendeu às necessidades daqueles que utilizam, mas também buscou minimizar ao máximo os excessos evitando assim os desperdícios.

Algumas coisas devem ser levadas em consideração nos casos aplicados, como por exemplo o modo de preparo do frango, pois caso o restaurante modelasse o preparo do frango para que o mesmo possuísse uma quantidade de gordura muito abaixo da que foi encontrada disponível no site da tabela nutricional por exemplo, encontraríamos um valor para quantidade de paçoca que deveria ser consumida muito absurda, visto que uma das únicas fontes de gordura seria a sobremesa, nesse caso a paçoca. Também devemos pontuar que alguns dias da semana o restaurante universitário apresenta frutas como opção de sobremesa, fazendo com que a fonte de gordura seja de responsabilidade dos pratos principais, o que dificultaria atingir a meta proposta nos casos usados.

Porém, os resultados obtidos demonstraram que, ao aplicar técnicas de otimização, é possível que uma pessoa comum monte uma dieta personalizada que atenda não apenas os valores calóricos adequados, mas também a distribuição de macronutrientes, respeitando as particularidades do indivíduo. Essa abordagem não só enriquece a experiência dos alunos que utilizam o restaurante universitário como também desencadeia um novo entendimento sobre a relação entre a matemática e a nutrição. Além disso, o trabalho ressaltou a relevância do conhecimento interdisciplinar, ao integrar matemática ao meio da nutrição. A colaboração entre essas áreas pode levar a práticas mais sustentáveis e eficientes no preparo e oferta de refeições,

mas sempre é importante ressaltar a indispensabilidade de um profissional da nutrição na montagem de uma dieta.

Portanto, pode-se concluir que a otimização, é um meio viável na hora de elaborar dietas balanceadas e que pode trazer benefícios significativos para a saúde dos indivíduos e para a gestão de recursos nas instituições de ensino. A continuidade dessa pesquisa poderá abrir novas frentes de estudo e aplicação, contribuindo para o avanço do conhecimento e da prática na área da nutrição e ciências exatas.

REFERÊNCIAS

BOLDRINI, José Luiz. **Álgebra linear**. 2. ed. São Paulo: HARBRA, 1980.

CALORIAS POR DIA. **Calculadora de calorias diárias**. Disponível em: <https://caloriaspordia.com/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

FLEMMING, Diva Marília; GONÇALVES, Mirian Buss. **Cálculo A: Funções, Limite, Derivação e Integração**. 6. ed.: Pearson Universidades, 2006.

FRANCO, Neide Maria Bertoldi. **Cálculo Numérico**. Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação.

LAMIN, Maria Regina Nunes et al. **Resolução de problemas modelados com resolução de equações lineares**. 2000.

RECINE, E.; RADAELLI, P. **Cuidados com os alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023.

RUGGIERO, M. A. G; LOPES, V. L. D. R. **Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais**. 2. ed. São Paulo: Pearson Education, 1996.

SEVERO, Silviana Izabel Freire et al. **DIETAS ALIMENTARES E SISTEMAS LINEARES: UTILIZANDO A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**, 2014.

STEINBRUCH, Alfredo; WINTERLE, Paulo. **Álgebra linear**. 2. ed. São Paulo: Pearson Education, 1987.

STEWART, James. **Calculus**. Volume 1. Belmont, Ca: Thomson Brooks/Cole, 2006.

VITAT. Portal de saúde e bem-estar. Disponível em: <https://vitat.com.br/>. Acesso em: 13 mar. 2025.