

# Programação Linear: Otimização de Recursos

Uma jornada para desmistificar a Programação Linear

Apresentado por:

- Felipe Petini,
- João Victor Lopes Fernandes,
- Leonardo Henrique Barbosa Colla
- Lucas Fortolan Sampaio.



# O Que É Programação Linear?

Ferramenta da Pesquisa Operacional encontrar a melhor solução para problemas complexos de alocação de recursos.

## Definição

Modelo matemático para maximizar lucros ou minimizar custos.

## "Linear"

Todas as funções matemáticas são de primeiro grau.

## Origem Histórica

Surgiu na Segunda Guerra Mundial para alocar recursos escassos.





An abstract illustration on the left side of the slide. It features a dark background with flowing, wavy lines in shades of orange, yellow, and grey. Interspersed among these lines are various mechanical and electronic symbols: gears of different sizes, some with orange centers, and circular nodes connected by thin lines, resembling a circuit board or a complex system. The overall style is modern and technical.

# Introdução à Programação Linear

Otimização de recursos limitados é crucial no cenário empresarial moderno.

## PL: Técnica Fundamental

Encontra a melhor solução para alocação de recursos.

## Transformação

Desafios operacionais em decisões otimizadas e vantagens competitivas.

# Contexto Histórico e Marcos Importantes

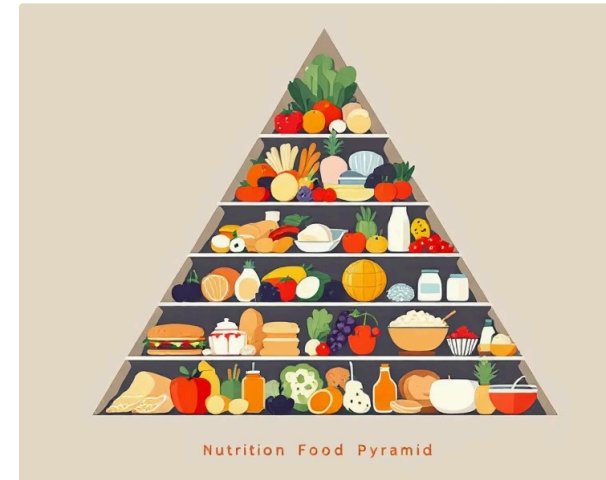
## Segunda Guerra Mundial

Surgiu da necessidade de alocar recursos escassos para otimizar táticas e estratégias militares.



## 1945: Problema da Dieta

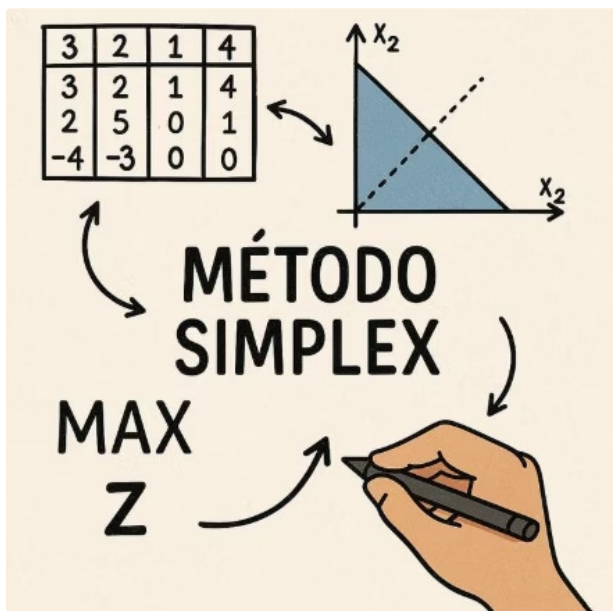
George Stigler formou o "Problema da Dieta": determinar a dieta mais econômica que satisfizesse as necessidades nutricionais.



# Contexto Histórico e Marcos Importantes

## 1947: Método Simplex

George Dantzig desenvolveu o Método Simplex, um algoritmo capaz de resolver qualquer problema de PL.



## Pós-Guerra

Com o advento dos computadores, sua utilização expandiu-se de forma extraordinária para a indústria e outros setores.



# Componentes Essenciais de um Modelo de PL

Todo problema de Programação Linear é estruturado a partir de três componentes fundamentais.



## Função Objetivo

A meta a ser otimizada (maximizar lucros, minimizar custos), representada por uma expressão matemática linear.



## Variáveis de Decisão

As incógnitas do problema, representando quantidades ou níveis de atividades a serem determinados.



## Restrições

Um conjunto de equações ou inequações lineares que representam as limitações dos recursos disponíveis.

A condição de não negatividade estipula que as variáveis de decisão não podem assumir valores negativos.

# Hipóteses Fundamentais da PL

A aplicação da PL assume quatro hipóteses principais sobre o problema:

- **Proporcionalidade**

A contribuição de cada variável para a função objetivo e restrições é diretamente proporcional ao seu valor.

- **Aditividade**

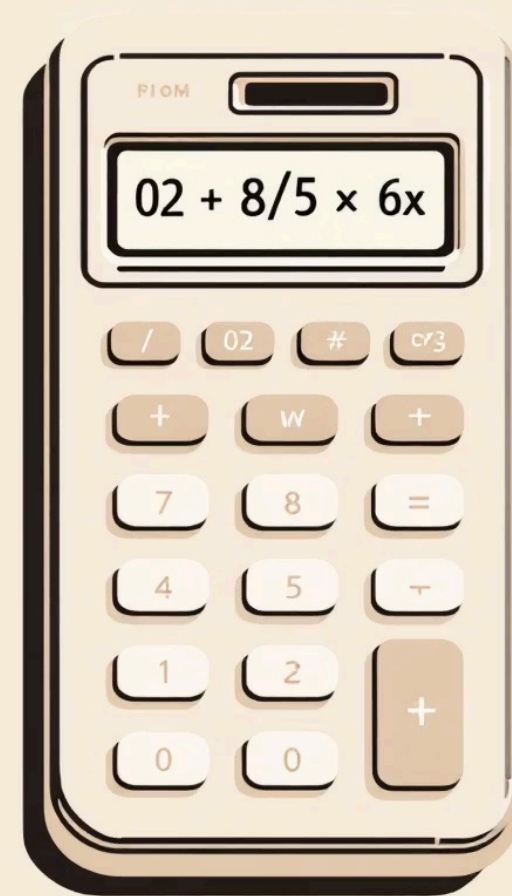
A contribuição total é a soma direta das contribuições individuais de cada variável. Ex.  $\text{Lucro} = \text{Qtd} \times \text{LucroArroz} + \text{Qtd} \times \text{LucroMilho}$

- **Divisibilidade**

As variáveis de decisão podem assumir valores fracionários.

- **Certeza (Determinismo)**

Todos os parâmetros do modelo são constantes e conhecidos com certeza.



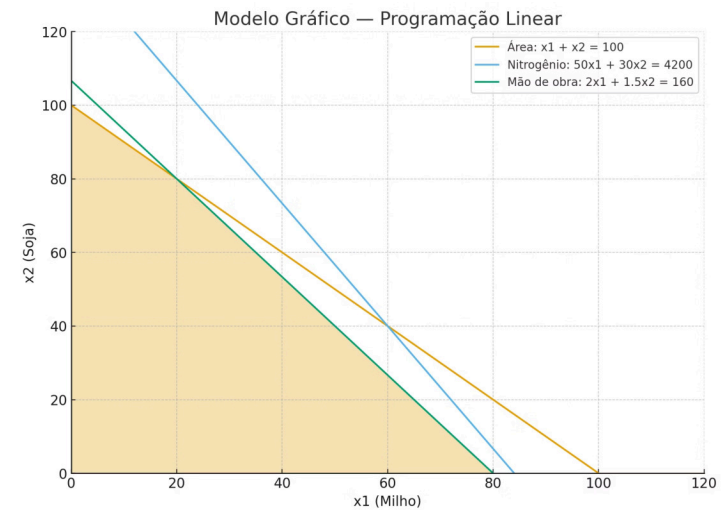




# Métodos de Solução para PL

## Método Gráfico

Para problemas com duas variáveis de decisão. Visual e intuitivo.



## Método Simplex

Algoritmo iterativo para resolver problemas de qualquer dimensão. George Dantzig (1947).

## Soluções Computacionais

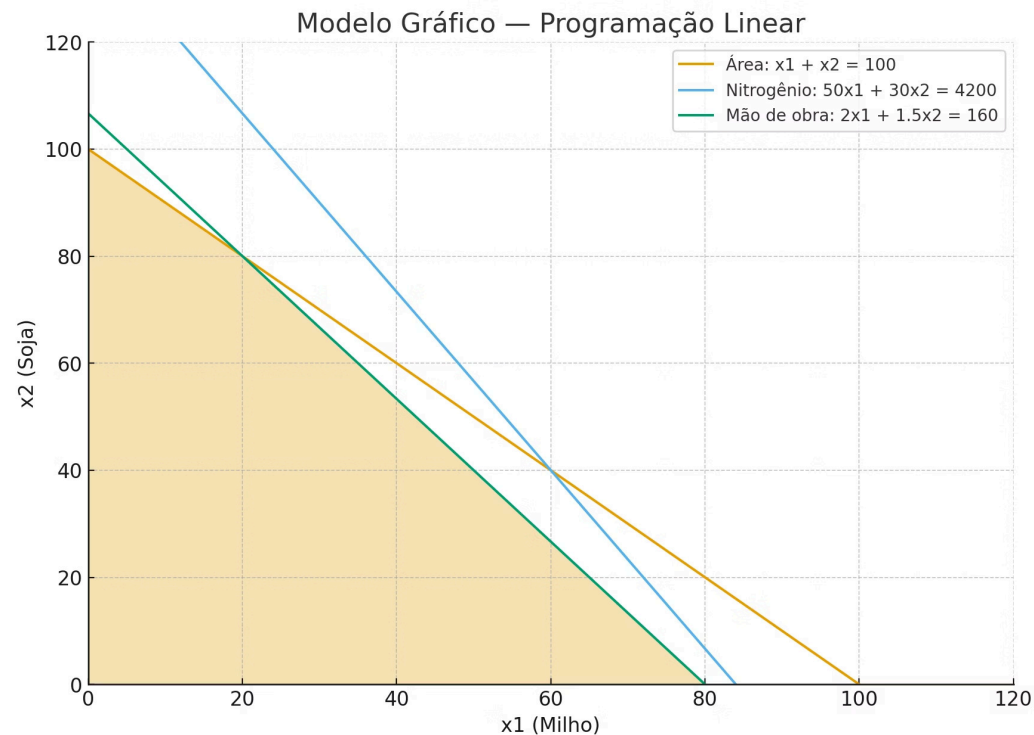
Softwares especializados (Excel Solver, LINGO) para problemas de grande escala.



# Métodos de Solução para PL

## Método Gráfico

Para problemas com duas variáveis de decisão. Visual e intuitivo.



## 4.0 Por Que Usar a Programação Linear?

A PL é uma ferramenta gerencial poderosa que oferece vantagens competitivas tangíveis.

**30M\***

**Dólares  
economizados**

Texaco Inc. otimizou a  
mistura de ingredientes na  
produção de gasolina.

**87M\***

**Dólares  
economizados**

UPS otimizou rotas, voos e  
carregamentos.

**40%\***

**Aumento de  
Produtividade**

Canadian Pacific Railway  
com programação de  
despacho de trens.

**61%\***

**Flores de Qualidade  
Superior**

Jan de Wit Company  
otimizou o ciclo de  
produção.

A otimização de recursos escassos é o objetivo central, gerando ganhos de eficiência e impacto econômico.

\*Dados Anuais.

# 5.0 Quando Usar a Programação Linear?

## Problemas Típicos e Áreas de Aplicação



### Problema da Mistura

Combinar ingredientes para menor custo.



### Problema da Dieta

Dieta econômica com necessidades nutricionais.



### Alocação de Atividades

Nível de produção para maximizar lucro.



### Problema de Transporte

Minimizar custo de distribuição.



### Problema da Designação

Atribuir tarefas para otimizar critérios.

Setores: Indústria, Finanças, Logística, Agronegócio, Varejo.

# 6.0 Detalhes da Aplicação de PL na Agricultura com Python



## Coleta de Parâmetros

O código parametrizável pelo usuário coleta dados cruciais como níveis de NPK no solo, preços de insumos, área total, produtividade e preço por cultura, tornando o modelo adaptável a cenários reais.



## Cálculo de Deficiência e Custo

Para cada cultura, calcula a deficiência nutricional e a reposição necessária, convertendo restrições agrônômicas em um custo de fertilização por hectare para simplificar o modelo linear.



## Lucro Líquido por Hectare

Define o lucro líquido por hectare para cada cultura (receita - custo dos fertilizantes), que se torna o coeficiente da função objetivo para guiar a otimização.



## Otimização com PuLP

O núcleo matemático, que define as variáveis de decisão (área a plantar por cultura, com mínimo de 0,5 ha para diversidade) e a função objetivo de maximização do lucro total.



## Solução e Interpretação

Após resolver, o modelo recupera as áreas ótimas, calcula a receita e custo totais, e o lucro máximo, alertando sobre possíveis lucros negativos para alguma cultura.



# 7.0 Aplicação da PL na Agricultura com Python

```
--- 📄 Entrada de Dados do Usuário ---  
Níveis Atuais de Nutrientes no Solo (em kg/ha):  
Digite o Nível ATUAL de Nitrogênio (N) no solo (kg/ha): 6  
Digite o Nível ATUAL de Fósforo (P) no solo (kg/ha): 4  
Digite o Nível ATUAL de Potássio (K) no solo (kg/ha): 2  
  
Custos de Compra dos Insumos (R$/kg):  
Digite o Custo do Nitrogênio (N) [R$/kg]: 8  
Digite o Custo do Fósforo (P) [R$/kg]: 6  
Digite o Custo do Potássio (K) [R$/kg]: 4  
  
Digite a Área Total disponível para plantio (hectares): 15  
  
Produtividade e Preço de Venda (por Saco/Saca):  
Preço de Venda do Saco de Arroz (R$): 45  
Produtividade de Arroz (Sacos/ha): 54  
Preço de Venda do Saco de Feijão (R$): 21  
Produtividade de Feijão (Sacos/ha): 1  
Preço de Venda do Saco de Milho (R$): 1  
Produtividade de Milho (Sacos/ha): 1
```

```
--- 🟡 Resolvendo o Modelo de Otimização ---  
Status da Solução: Optimal  
  
✅ Resultados Otimizados:  
-----  
📊 Área plantada ideal:  
🌾 Arroz: 14.00 ha  
🌱 Feijão: 0.50 ha  
🌽 Milho: 0.50 ha  
--- Área Total Usada: 15.00/15.00 ha  
  
💰 Análise Financeira (Baseada na Solução):  
💵 Receita Bruta Total Estimada: R$ 34,031.00  
🌿 Custo TOTAL de Insumos (Fertilizantes): R$ 13,948.00  
📈 Lucro TOTAL Máximo Líquido: R$ 20,083.00
```

[CÓDIGO NO COLAB](#)



# Conclusão: PL como Filosofia de Gestão

A Programação Linear não é apenas uma ferramenta matemática, mas uma filosofia de gestão orientada por dados.

Seu domínio representa um pilar fundamental para a liderança estratégica e a inovação contínua.

Ao fornecer um caminho estruturado para encontrar a melhor solução, a PL eleva a tomada de decisão para um exercício analítico, transformando desafios complexos em vantagens competitivas mensuráveis.