



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO E SISTEMAS
DISCIPLINA: OTIMIZAÇÃO LINEAR

MODELAGEM MATEMÁTICA E OTIMIZAÇÃO EM MONTAGEM DE PC

Discente: Matheus De Oliveira Silva

Docente: Prof. Dr. Anand Subramanian

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

07 de Junho de 2025

Sumário

1 Contextualização do Problema

2 Modelagem Matemática

3 Ferramentas Utilizadas

4 Resultados

Contextualização do Problema

Empresa GMI - Distribuidora e Montadora de Computadores

- **Objetivo:** Otimizar a produção de computadores
- **Linhas de Produtos:**
 - **Valianty:** 3 configurações (Comp_01, Comp_02, Comp_03)
 - **YON:** 3 configurações (Comp_01, Comp_04, Comp_05)

Kit Básico por Computador:

- 1 Placa-Mãe • 1 Processador • 1 Memória RAM • 1 SSD • 1 Gabinete

Desafio: A compatibilidade entre Placa-Mãe, Processador e Memória varia conforme o modelo, exigindo otimização baseada na média de vendas dos componentes e respeitando as regras de compatibilidade.

Especificações Técnicas dos Modelos

Configurações por Linha de Produto

Componentes Básicos

Configurações por Linha de Produto								
Componente	Comp. 01 Valianty	Comp. 02 Valianty	Comp. 03 Valianty	Comp. 01 Yon	Comp. 02 Yon	Comp. 03 Yon	Comp. 04 Yon	Comp. 05 Yon
Placa Mãe	H61	H61	H81	H110	H310	H310	H410	H510
LGA	1155	1155	1150	1151	1151	1151	1200	1200
Proc Ger	2ª	3ª	4ª	6ª	8ª	9ª	10ª	10ª
Memória	DDR3	DDR3	DDR3	DDR4	DDR4	DDR4	DDR4	DDR4

Especificações Técnicas dos Modelos

Configurações por Linha de Produto

Componentes Básicos

Componentes Básicos na Montagem de um PC	
Quantidade	Componente
1	Placa Mãe
1	Processador
1	Memória Ram
1	SSD
1	Gabinete

Modelagem Matemática

- Conjuntos

- I – itens/componentes disponíveis
- PC – configurações de PCs
- K – categorias essenciais (Gabinete, Placa Mãe, Processador, Memória RAM, SSD)

- Dados

- b_i – valor/benefício do item $i \in I$
- w_i – peso/espço do item $i \in I$
- s_i – estoque disponível do item $i \in I$
- d_{pc} – demanda mínima da configuração $pc \in PC$
- C – capacidade máxima do galpão
- q_k – quantidade básica da categoria $k \in K$

Modelagem Matemática

- Variáveis de Decisão

$x_{i,pc} \in \mathbb{Z}_+$ = quantidade do componente i usado na configuração pc

$p_{pc} \in \mathbb{Z}_+$ = número de PCs produzidos da configuração pc

$y_{i,pc} \in \{0, 1\} = \{1, \text{ se o componente } i \text{ for selecionado para } pc$
 $0, \text{ caso contrário}\}$

$z_{i,pc} \in \mathbb{Z}_+$ = variável auxiliar para linearização ($p_{pc} \times y_{i,pc}$)

- Domínio das Variáveis

- \mathbb{Z}_+ = números inteiros não-negativos
- $\{0, 1\}$ = variáveis binárias (decisão sim/não)

Modelagem Matemática

Função objetivo

$$\max \sum_{i \in I} \sum_{pc \in PC} b_i \cdot x_{i,pc}$$

Modelagem Matemática

Função objetivo

$$\max \sum_{i \in I} \sum_{pc \in PC} b_i \cdot x_{i,pc}$$

A capacidade do galpão não pode ser excedida

$$\sum_{i \in I} \sum_{pc \in PC} w_i \cdot x_{i,pc} \leq C$$

Modelagem Matemática

Restrição de Estoque

$$\sum_{pc \in PC} x_{i,pc} \leq s_i \quad \forall i \in I$$

Atendimento de Demanda Mínima

$$p_{pc} \geq d_{pc} \quad \forall pc \in PC$$

Modelagem Matemática

Compatibilidade de Componentes

$$x_{i,pc} = 0 \quad \forall i \notin \text{Comp}_{pc}, \forall pc \in PC$$

Seleção Única por Categoria

$$\sum_{i \in \text{Cat}_k \cap \text{Comp}_{pc}} y_{i,pc} = 1 \quad \forall pc \in PC, \forall k \in K$$

Restrições de Linearização (Big-M)

$$z_{i,pc} \leq M \cdot y_{i,pc} \quad \forall i \in I, \forall pc \in PC$$

$$z_{i,pc} \leq p_{pc} \quad \forall i \in I, \forall pc \in PC$$

$$z_{i,pc} \geq p_{pc} - M \cdot (1 - y_{i,pc}) \quad \forall i \in I, \forall pc \in PC$$

Quantidade Exata Linearizada

$$x_{i,pc} = q_k \cdot z_{i,pc} \quad \forall i \in \text{Cat}_k, \forall pc \in PC, \forall k \in K$$

Ferramentas Utilizadas

- **Modelagem**

- **Pyomo** - Framework de otimização em Python
- Modelagem de problemas de programação linear inteira mista
- Interface de alto nível para solvers matemáticos

- **Solver**

- **CBC (Coin-or Branch and Cut)**
- Solver open-source para programação linear inteira
- Algoritmo branch-and-cut para problemas NP-difíceis

- **Linguagem**

- **Python 3.x**
- Bibliotecas: Pyomo, pandas, numpy
- Ambiente de desenvolvimento científico

Resultados

UTILIZAÇÃO DO GALPÃO:

Espaço utilizado: 3,093,552.00 m³

Capacidade total: 3,111,430.40 m³

Taxa de ocupação: 99.4%

RESUMO GERAL:

Total de PCs programados: 155 unidades

Configurações ativas: 6

02 VALIANTY

Quantidade: 27 unidades

Demanda mínima: 25 unidades

Status: Atendida

Configuração padrão única:

Gabinete: GABINETE VALIANTY 255-10 FTE 230W ✓

ID: 18187 | Quantidade: 27 unidades

Placa Mae: Placa Mae Yon 1155 H61G578 Hdmi Glan V2 ✓

ID: 19247 | Quantidade: 27 unidades

Processador: Processador Intel 1155 I5-3470 Tray ✓

ID: 18292 | Quantidade: 27 unidades

Memoria Ram: Memoria U-Dimm Ddr3 08Gb/1600 Hiker ✓

ID: 18613 | Quantidade: 27 unidades

SSD: SSD 0240GB ADATA ASU650SS-240GT-R ✓

ID: 9106 | Quantidade: 27 unidades

01 VALIANTY

Quantidade: 47 unidades

Demanda mínima: 20 unidades

Status: Atendida

Configuração padrão única:

Gabinete: GABINETE VALIANTY 255-10 FTE 230W ✓

ID: 18187 | Quantidade: 47 unidades

Placa Mae: Placa Mae Yon 1155 H61G578 Hdmi Glan V2 ✓

ID: 19247 | Quantidade: 47 unidades

Processador: Processador Intel 1155 I5-2400 Tray ✓

ID: 14668 | Quantidade: 47 unidades

Memoria Ram: Memoria So-Dimm Ddr3 08Gb/1600 Hiker ✓

ID: 20215 | Quantidade: 47 unidades

SSD: SSD 0240GB SATA PATRIOT BURST ELITE ✓

ID: 12674 | Quantidade: 47 unidades

03 VALIANTY

Quantidade: 50 unidades

Demanda mínima: 50 unidades

Status: Atendida

Configuração padrão única:

Gabinete: GABINETE VALIANTY 255-10 FTE 230W ✓

ID: 18187 | Quantidade: 50 unidades

Placa Mae: Placa Mae Yon 1150 H81G573 Hdmi Glan V2 ✓

ID: 19248 | Quantidade: 50 unidades

Processador: Processador Intel 1150 I5-4590 Tray ✓

ID: 21054 | Quantidade: 50 unidades

Memoria Ram: Memoria U-Dimm Ddr3 08Gb/1600 Hiker ✓

ID: 18613 | Quantidade: 50 unidades

SSD: SSD 0240GB SATA III LEXAR NQ100 ✓

ID: 19742 | Quantidade: 50 unidades

Resultados

01 YON

Quantidade: 15 unidades

Demanda mínima: 15 unidades

Status: Atendida

Configuração padrão única:

Gabinete: GABINETE VALIANTY ME COM FONTE 230W ✓

ID: 16638 | Quantidade: 15 unidades

Placa Mae: Placa Mae Yon 1151 H110G329 Hdmi Glan V2 ✓

ID: 19177 | Quantidade: 15 unidades

Processador: Processador Intel 1151 I3-6100 Tray ✓

ID: 18293 | Quantidade: 15 unidades

Memoria Ram: Memoria U-Dimm Ddr4 08Gb/3200 Hiker ✓

ID: 18615 | Quantidade: 15 unidades

SSD: SSD 0240GB SATA PATRIOT BURST ELITE ✓

ID: 12674 | Quantidade: 15 unidades

04 YON

Quantidade: 10 unidades

Demanda mínima: 10 unidades

Status: Atendida

Configuração padrão única:

Gabinete: GABINETE VALIANTY ME COM FONTE 230W ✓

ID: 16638 | Quantidade: 10 unidades

Placa Mae: Placa Mae Gbt H410M H V2 1200 Ddr4 Matx ✓

ID: 18754 | Quantidade: 10 unidades

Processador: Processador Intel 1200 I3-10105F Tray (0 ✓

ID: 16906 | Quantidade: 10 unidades

Memoria Ram: Memoria U-Dimm Ddr4 08Gb/3200 Hiker ✓

ID: 18615 | Quantidade: 10 unidades

SSD: SSD HIKVISION 240GB SATA HS-SSD-C100 ✓

ID: 13965 | Quantidade: 10 unidades

05 YON

Quantidade: 6 unidades

Demanda mínima: 5 unidades

Status: Atendida

Configuração padrão única:

Gabinete: GABINETE VALIANTY 255-10 FTE 230W ✓

ID: 18187 | Quantidade: 6 unidades

Placa Mae: Placa Mae Gbt H510M H V2 1200 Ddr4 Matx ✓

ID: 20520 | Quantidade: 6 unidades

Processador: Processador Intel 1200 I3-10105F Tray (0 ✓

ID: 16906 | Quantidade: 6 unidades

Memoria Ram: Memoria U-Dimm Ddr4 08Gb/3200 Hiker ✓

ID: 18615 | Quantidade: 6 unidades

SSD: SSD 0240GB SATA III LEXAR NQ100 ✓

ID: 19742 | Quantidade: 6 unidades