

# Modelos para Localização de Instalações

Prof. Dr. Nicolau D. Fares Gualda  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia de Transportes

---

Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

## CLASSIFICAÇÃO DE WEBER

(WEBER, Alfred. Uber Den Standort Der Industrien, 1909)

A localização de uma fábrica, do ponto de vista do transporte, deve considerar a relação entre o peso dos insumos e o peso dos produtos

Fábrica próxima dos forneecedores  
quando  
peso dos insumos maior que peso dos produtos

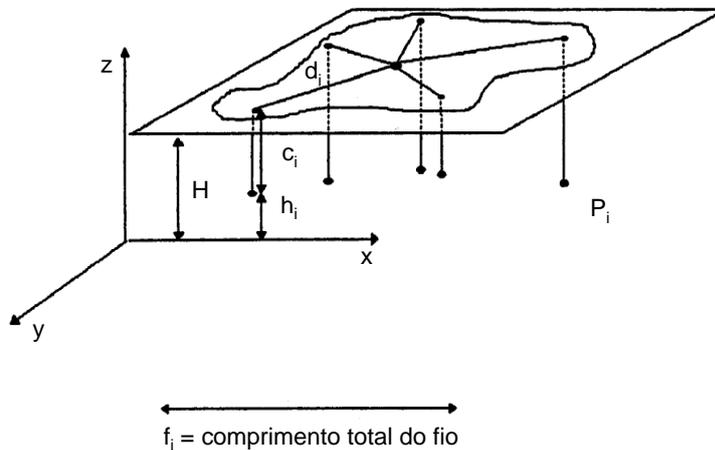
Fábrica próxima dos consumidores  
quando  
peso dos insumos menor que peso dos produtos

Fábrica próxima dos forneecedores ou dos consumidores  
quando  
peso dos insumos igual ao peso dos produtos

---

Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

## MODELO MECÂNICO DE VARIGNON



Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

### Método:

Posiciona-se um mapa num plano horizontal e perfuram-se todos os pontos relativos às localidades de interesse.

Por estes orifícios passam-se fios que contêm em suas extremidades inferiores pesos proporcionais aos pesos a transportar por unidade de produto, então unem-se as extremidades opostas dos fios.

Não havendo atrito entre os orifícios e os fios, o ponto de equilíbrio das extremidades superiores dos fios (unidas) indica a posição ótima dos fios, dentro das hipóteses consideradas.

Posição de equilíbrio do sistema = Energia Potencial Mínima

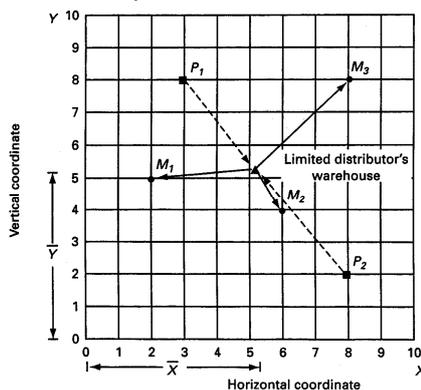
Admite-se que:

- . O transporte entre a indústria e os pontos de interesse seja feito em linha reta
- . O custo seja proporcional ao produto da distância e o volume a transportar

Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

## MÉTODO DA GRADE OU MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE

Esse método admite que a melhor localização da instalação situa-se no centro de gravidade das massas equivalentes associadas aos custos de transporte



Ballou, 1985, p.306

Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

Coordenadas do centro de gravidade

$$\bar{X} = \frac{\sum V_i R_i X_i}{\sum V_i R_i} \quad \bar{Y} = \frac{\sum V_i R_i Y_i}{\sum V_i R_i}$$

$V_i$  = volume movimentado de/para o ponto  $i$

$R_i$  = custo unitário de transporte para o ponto  $i$  (\$/ ton km)

$X_i, Y_i$  = coordenadas dos pontos de suprimento/ consumo  $i$

$\bar{X}, \bar{Y}$  = coordenadas da instalação a ser localizada

Esse método permite obter uma boa aproximação para a solução de mínimo custo, principalmente se houver um grande número de pontos, os custos de transportes forem lineares e não haja grandes diferenças entre os volumes associados aos pontos

Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

## O PROBLEMA DAS P-MEDIANAS

Definindo-se mediana como "o vértice cuja soma de suas distâncias a todos os outros vértices da rede é mínima", pode-se dizer que o problema das p-medianas objetiva localizar "p" instalações de modo a minimizar a somatória das distâncias entre os pontos de demanda e as instalações mais próximas dos mesmos, utilizando o critério minisum.

$$\left\{ \min [w_i d(v_i, X)] \right\} \quad \text{com } |X| = p$$

onde;  $i \in N$

$w_i$  = peso (importância) do ponto de demanda i

$d(v_i, X)$  = distância entre cada ponto de demanda i e as instalações

$|X|$  = quantidade de pontos potenciais para as instalações

$N$  = conjunto finito de pontos de demanda

Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

Se não há economias de escala na implantação das instalações e  
Se os custos de transporte são proporcionais à distância, temos:

minimizar: 
$$z = \sum_i \sum_j w_j \cdot d_{ij} \cdot X_{ij}$$

sujeita a: 
$$\sum_i X_{ij} = 1 \quad \forall j$$

$$\sum_i X_{ii} = p$$

$$X_{ij} - X_{ji} \leq 0 \quad \forall i \neq j$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i,j$$

$X_{ij} = 1$ , se o vértice j está alocado a uma mediana localizada em i

$X_{ij} = 0$ , caso contrário

$X_{ii} = 1$ , se uma mediana está localizada no vértice i

$X_{ii} = 0$ , caso contrário

$w_j$  – peso (importância ou demanda) do ponto j

$d_{ij}$  – distância entre os pontos de demanda j e os pontos potenciais de localização i

Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

Para estudar simultaneamente a localização de fábricas e centros de distribuição para atender a demanda localizada ao menor custo total (fixo + variável)

**Função Objetivo:**

$$\text{minimizar } z = \sum_{i=1}^l f_i y_i + \sum_{j=1}^m g_j z_j + \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n c_{ijk} x_{ijk}$$

Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

$$\text{minimizar: } z = \sum_{i=1}^l f_i y_i + \sum_{j=1}^m g_j z_j + \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n c_{ijk} x_{ijk}$$

$$\begin{aligned} \text{sujeita a: } & \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m x_{ijk} = 1 && k=1,2,\dots,n \\ & \sum_{j=1}^m x_{ijk} \leq y_i && i=1,2,\dots,l \text{ e } k=1,2,\dots,n \\ & \sum_{i=1}^l x_{ijk} \leq z_j && j=1,2,\dots,m \text{ e } k=1,2,\dots,n \\ & y_i, z_j \in \{0, 1\} && \forall i,j,k \end{aligned}$$

m – número de locais possíveis para localizar um armazém

n – número de pontos de demanda

l – número de locais possíveis para localizar uma fábrica

f<sub>i</sub> – custo fixo para implantação de uma fábrica no local i

g<sub>j</sub> – custo fixo para implantação de um armazém no local j

y<sub>i</sub> – variável binária de valor igual a 1 se uma fábrica é implantada no local i, e 0 caso não

z<sub>j</sub> – variável binária de valor igual a 1 se um armazém é implantado no local j, e 0 caso não

x<sub>ijk</sub> – fração da demanda do cliente k que é produzida na fábrica no local i e distribuída através do armazém no local j

c<sub>ijk</sub> – inclui os custos de produção da fábrica no local i e os custos de transporte desde os fornecedores até a fábrica (i), desta ao armazém (j) e destes aos clientes (k), sendo admitido que os custos de transporte variem com a distância

Modelos para Localização de Instalações – Nicolau Gualda

## FATORES QUE INTERFEREM NA ESCOLHA DA LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES.

- ✓ Leis de zoneamento
- ✓ Atitude da comunidade e do governo local com relação ao depósito
- ✓ Custo para desenvolver e conformar o terreno
- ✓ Custos de construção
- ✓ Disponibilidade e acesso a serviços de transportes
- ✓ Potencial para expansão
- ✓ Disponibilidade, salários, ambiente e produtividade da mão-de-obra local
- ✓ Taxas relativas ao local e à operação do armazém
- ✓ Segurança do local (fogo, furto, inundação, etc.)
- ✓ Valor promocional do local
- ✓ Taxas de seguro e disponibilidade de financiamento
- ✓ Congestionamento de tráfego nas redondezas do local