



GRUPO DE ESTUDOS
LOGÍSTICOS



LOCALIZAÇÃO DE ARMAZÉNS

Francisco Camolesi Ide
Francielly Hedler



Introdução

- Histórico
- Quando deve-se instalar um depósito?
- Por que estudar a localização?
- Vantagens do estudo da localização;
- Decisões de localização; e
- Ferramentas.

Histórico



- Transporte marítimo dominava grande parte do comércio mundial;
- Importância da análise de Localização é reconhecida em meados do século XIX por Joachim von Thünen. Para ele, o desenvolvimento econômico era determinado pelo preço da terra e o custo de transporte entre produção e mercado.
- Alfred Weber transportou a teoria de uma sociedade agrícola para uma industrial.

Quando deve-se instalar um depósito?



- Sempre que proporcione vantagens de serviço ou de custo;
- Somente quando aumentam o impacto de vendas e de marketing ou reduzem os custos totais.

Por que estudar localização?



- Questões estratégicas;
- Melhorias de processos e nível de serviço;
- Análise de critérios quantitativos e qualitativos.

Vantagens do estudo da localização



- Resposta embasada em ferramentas matemáticas;
- Possibilidade de redução nos custos de transporte;
- Possibilidade de ganhos com economias de escala;
- Análise multicriterial.



Decisões de localização

- Quantos armazéns devem existir, onde devem estar localizados e de que tamanho devem ser?
- Como as demandas do mercado devem ser distribuídas a cada um?
- Quais linhas de produtos que devem ser armazenados?
- Escolha dos canais de suprimento e distribuição;
- Composição adequada de verticalização e terceirização.



Ferramentas:

- Técnicas analíticas;
- Programação Linear - Teoria dos Grafos;
- Simulação.



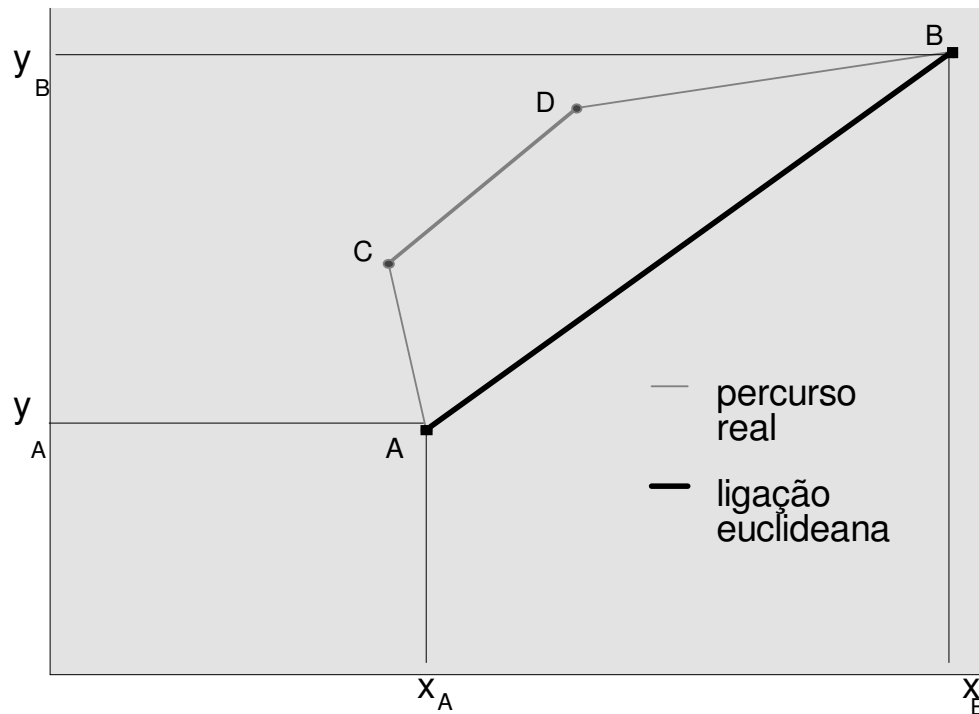
Técnicas Analíticas

- Métrica Retangular; e
- Métrica Euclidiana.



Estas técnicas são aplicáveis para a localização de um único armazém.

Métrica Euclidiana

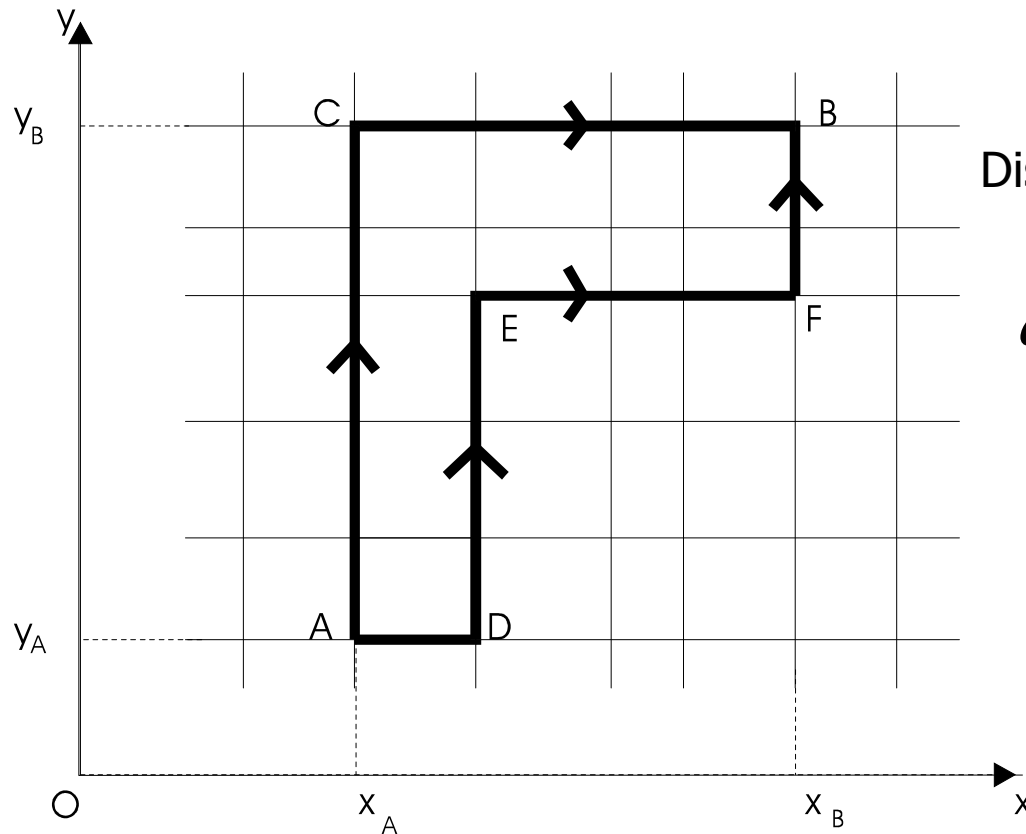


Distância Euclidiana entre os pontos A e B:

$$dE_{AB} = \left[(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 \right]^{1/2}$$

1. Simplicidade de representação analítica.
2. Unicidade de percurso.

Métrica Retangular



Distância Retangular entre os pontos A e B

$$dR_{AB} = |x_B - x_A| + |y_B - y_A|$$

1. Embora não haja unicidade de percurso, a distância é constante.
2. Bastante utilizada em análise sobre a malha urbana, quando essa apresenta estrutura desse tipo, ou aproximada.



Método do Centro de Gravidade

MÉTRICA EUCLIDIANA

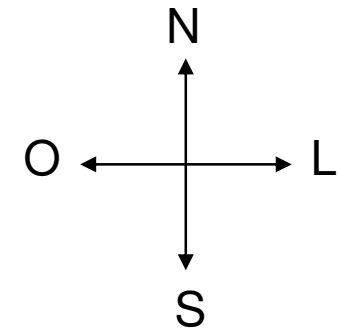
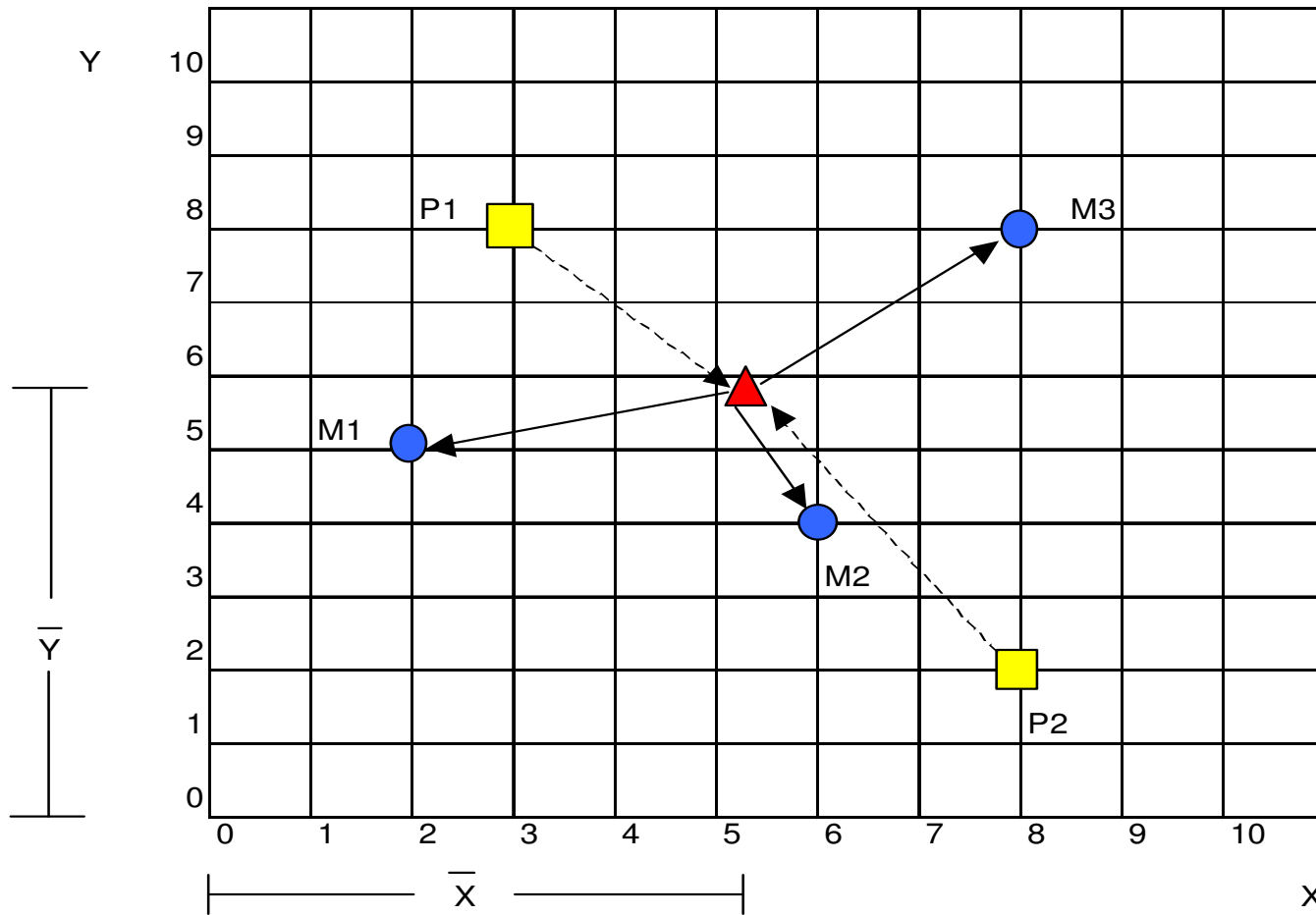
- Peso;
- Distância;
- Peso-Distância;
- Peso-Distância-Tempo; e
- Volume-Distância-Frete.

Considerações para aplicação destes modelos



1. Volumes de demanda concentrados em apenas um ponto.
2. O modelo não faz distinção entre diferenças no custo de capital, que difere em função da região. Também não considera variações nos custos de mão-de-obra, estoques etc...
3. Rotas em linha reta.
4. Custo total de transporte é diretamente proporcional à distância.

Caso - Distribuidor Ltda.



M = Mercados

P = Plantas

Método Volume-Distância-Frete



- O objetivo deste método é minimizar o custo total de transporte:

$$\text{Min CT} = \sum V_i R_i d_i$$

CT = Custo Total de Transporte

V_i = Volume no ponto i

R_i = Média do frete ao ponto i

*d_i = Distância do ponto i ao
armazém a ser localizado*



Equações:

$$\bar{X} = \frac{\sum_i V_i R_i X_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i}$$

V_i = Volume no ponto i

R_i = Média de frete até o ponto i

$$\bar{Y} = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i}$$

d_i = Distância do ponto i ao armazém

\bar{X}, \bar{Y} = Coordenadas do armazém

X_i, Y_i = Coordenadas de demanda e suprimento



Distância:

$$d_i = K \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$$

K = fator de conversão de distância



Localização Inicial aproximada

$$\bar{X} = \frac{\sum_i V_i R_i X_i}{\sum_i V_i R_i}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i}{\sum_i V_i R_i}$$

Tabela 1					
				Coordenadas	
Ponto (i)	Produtos	Volume total Vi (cwt)	Frete Médio Ri (\$/cwt/mi)	Xi	Yi
P1	A	2,000	0,0500	3	8
P2	B	3,000	0,0500	8	2
M1	A & B	2,500	0,0750	2	5
M2	A & B	1,000	0,0750	6	4
M3	A & B	1,500	0,0750	8	8

Tabela 2							
i	Xi	Yi	Vi	Ri	Vi Ri	Vi Ri Xi	Vi Ri Yi
1	3	8	2,000	0,05	0,1000	0,3000	0,8000
2	8	2	3,000	0,05	0,1500	1,2000	0,3000
3	2	5	2,500	0,075	0,1875	0,3750	0,9375
4	6	4	1,000	0,075	0,0750	0,4500	0,3000
5	8	8	1,500	0,075	0,1125	0,9000	0,9000
Total					0,6250	3,2250	3,2375

$$\bar{X} = 3,2250 / 0,6250 = 5,16$$

$$\bar{Y} = 3,2375 / 0,6250 = 5,18$$



Cálculo do Custo Total de Transporte

Tabela 3						
i	Xi	Yi	(4) Vi	(5) Ri	(6) di (mi)	(7) = (4) * (5) * (6) Custo \$
1	3	8	2,000	0,050	35,52	3,552
2	8	2	3,000	0,050	42,63	6,395
3	2	5	2,500	0,075	31,65	5,934
4	6	4	1,000	0,075	14,48	1,086
5	8	8	1,500	0,075	40,02	4,502
Custo total de transporte						21,469



Iterações:

	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	= (2) / (5)	= (3) / (5)	= (4) / (5)		= (2) / (5)	= (3) / (5)	= (4) / (5)
i	$V_i R_i$	$V_i R_i X_i$	$V_i R_i Y_i$	d_i	$V_i R_i / d_i$	$V_i R_i X_i / d_i$	$V_i R_i Y_i / d_i$
1	0,1000	0,3000	0,8000	35,5200	0,0028	0,00845	0,02252
2	0,1500	1,2000	0,3000	42,6300	0,0035	0,02815	0,00704
3	0,1875	0,3750	0,9375	31,6500	0,0059	0,01185	0,02962
4	0,0750	0,4500	0,3000	14,4800	0,0052	0,03108	0,02072
5	0,1125	0,9000	0,9000	40,0200	0,0028	0,02249	0,02249
					0,0202	0,10201	0,10239

$$\bar{X} = 0,10201 / 0,0202 = 5,038$$

$$\bar{Y} = 0,10239 / 0,0202 = 5,056$$

Iteração	\bar{X}	\bar{Y}	Custo Total \$	
0	5,160	5,180	21,46900	← Centro de Gravidade
1	5,038	5,057	21,43122	
2	4,990	5,031	21,42711	
3	4,996	5,032	21,42614	
4	4,951	5,037	21,42569	
5	4,940	5,042	21,42544	
6	4,932	5,046	21,42530	
7	4,270	5,049	21,42523	
8	4,922	5,051	21,42519	
9	4,919	5,053	21,42516	
10	4,917	5,054	21,42515	
11	4,915	5,055	21,42514	
.	.	.	.	
.	.	.	.	
.	.	.	.	
100	4,910	5,058	21,42514	← Solução exata

Programação Linear



■ Localização de vários armazéns

Considerações:

1. Vários itens produzidos por várias plantas com capacidades conhecidas;
2. Demanda conhecida para cada item;
3. A demanda é atendida de um único armazém para um única zona de demanda;
4. Existe uma capacidade mínima e máxima para os armazéns;
5. As possíveis localizações para os armazéns são dadas.



Simulações

- Método que consegue a maior proximidade com a realidade;
- As melhores soluções dependem das habilidades e intuição do usuário do modelo;
- Não se sabe qual é a aproximação da solução ótima.

