

## LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

### 1. INTRODUÇÃO: Porque análise de localização?

A localização de uma operação afeta tanto sua capacidade de competir quanto outros aspectos, internos e externos. Em empresas manufatureiras, a localização afeta tanto custos diretos, como o custo de transporte (das matérias-primas e componentes para a operação e dos produtos acabados da operação para os clientes), o custo da mão-de-obra (diferentes locais têm diferentes níveis salariais e até legislações diferentes no que diz respeito a custos indiretos), o custo e disponibilidade de energia (pense, por exemplo, num fabricante de alumínio, que utiliza enormes quantidades de energia para a redução da pasta de alumina - um produto intermediário do beneficiamento da bauxita - no alumínio), água e outros. Em operações de serviços, a localização pode afetar a conveniência do cliente, o volume de tráfego resultante em torno da operação, a visibilidade da operação, entre outras coisas. Decisões erradas de localização são não só caras do ponto de vista das consequências, mas também são difíceis e caras de serem revertidas, sendo seus efeitos bastante duradouros - em outras palavras, uma vez que a decisão de localização tomou efeito, a operação terá de conviver com e por um longo tempo.

Efeitos da decisão de localização são sérios e justamente porque não se trata de algo que está sempre saltando aos olhos do gerente, são decisões que devem sempre ser avaliadas cuidadosamente e periodicamente reavaliadas.

Para operações como mineração, por exemplo, a localização evidentemente deve ser próxima à fonte de matérias-primas. Em algumas operações de beneficiamento dessas matérias-primas básicas, em que ocorre grande redução volumétrica, também faz sentido, até mesmo intuitivo, que operações localizem-se próximas às fontes de matérias-primas. Uma localização mais próxima da fonte de matérias-primas faz com que os custos logísticos fiquem menores.

Já para operações nas quais, em vez de reduções, ocorrem expansões volumétricas, faz muito mais sentido que a operação de transformação localize-se mais próxima do ponto de uso do produto. Imagine, por exemplo, um fabricante de embalagens plásticas PET para refrigerantes. As análises de localização vão de simples análises superficiais até longos estudos, levando em conta numerosas variáveis. Um empreendedor pode decidir por certa localização, por exemplo, porque teve uma oportunidade de compra de um terreno por um preço, ou porque lhe foi oferecido certo incentivo fiscal para optar por aquele local. Numa multinacional, determinada localização pode ter sido decidida porque um parceiro mundial sugeriu (ou impôs), ou porque a subsidiária local sugeriu, ou porque a presença naquela determinada região era importante para brecar o crescimento de um concorrente importante na região ou, ainda, porque havia importante oportunidade a ser explorada.

Quando decidindo sobre localização, uma abordagem sistêmica deve ser a adotada. O problema pode envolver uma grande quantidade de fatores inter-relacionados, alguns mais quantitativos e outros mais qualitativos em natureza. A equipe estabelecida deve sempre procurar garantir que os principais fatores estejam sendo levados em conta em suas análises. Não se pode esquecer, por exemplo, de que a operação é sempre parte de uma rede de operações - uma rede de suprimentos. Empresas manufatureiras dependem de fornecimento de matérias-primas e componentes, cujos fornecedores estão localizados em determinadas localidades, assim como devem também considerar que o produto de sua operação deverá atender e chegar a clientes que, por sua vez, estão localizados em determinadas localidades. As localizações e natureza das fontes de suprimento e as localizações e natureza dos produtos e clientes, portanto, deverão ter papel essencial na definição de localização industrial, de forma que a eficiência e a eficácia global da rede sejam maximizadas. Empresas em cujos produtos predominem os serviços também fazem parte de redes de operações com suas fontes de insumos e serviços fornecidos e seus clientes sendo atendidos. É essencial para elas considerarem as fontes de insumos e a localização de sua demanda em suas decisões de localização. A localização da demanda é especialmente importante em operações que requerem a presença do cliente para ocorrerem.

Pesando, portanto, as vantagens e as desvantagens de locais alternativos, a análise deve incluir uma avaliação tanto dos fatores quantitativos como qualitativos.

## **2. FATORES QUE AFETAM A LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES DE MANUFATURA**

Muitos fatores podem afetar a decisão de localização: a natureza do negócio em que a operação atua definirá quais fatores deveriam ser determinantes. Se nos produtos da operação predominarem produtos físicos estocáveis ou não estocáveis, o foco será diferente, por exemplo. É importante identificar fatores que tenham impacto nos objetivos estratégicos do negócio. A seguir, são listados alguns fatores, tanto de ordem quantitativa quanto qualitativa, que podem ser potencialmente relevantes para análises de localização.

### **2.1 Fatores Qualitativos**

Os fatores qualitativos incluem: (a) infraestrutura local, (b) educação e qualificação dos trabalhadores, (c) exigências de conteúdo do produto e (d) estabilidade política/econômica.

#### *a) Infraestrutura Local*

A infraestrutura local necessária para dar suporte a uma operação de manufatura pode ser dividida em duas amplas categorias: a institucional e a de transporte. Com as operações de manufatura tornando-se mais flexíveis e sensíveis às exigências dos consumidores, existe uma crescente dependência das instituições ou dos fornecedores locais para que sejam flexíveis e sensíveis. Por exemplo, os casos em que pode haver perecibilidade do insumo. Plantas de produtos laticínios e outras plantas de processamento de alguns alimentos (como produtos de tomate e sucos de fruta, por exemplo) localizam-se próximas às regiões produtoras, pois é necessário processar a matéria-prima em apenas algumas horas, sob pena de deterioração.

Além disso, a rede de transporte local que liga os fornecedores ao fabricante devem ser eficientes e confiáveis. Por exemplo, a falta de infraestrutura de transportes na antiga União Soviética ou na República Popular da China impossibilitaria que uma empresa utilizasse conceitos de *Just-In-Time (JIT)* na localização de instalações nessas áreas. Outra situação é quando as matérias-primas são muito mais volumosas, caras ou difíceis de transportar que os produtos. Além dos exemplos dados anteriormente, encaixam-se, nesse caso, as fábricas de papel (é muito mais caro transportar toras de madeira que transportar papel), além de numerosas outras.

#### *b) Educação e Qualificações do Trabalhador*

A maior sofisticação dos processos atuais de manufatura requer que a força de trabalho seja altamente educada e equipada com uma grande variedade de qualificações. A empresa tem, então, de analisar as quantidades e as habilidades de diferentes categorias de mão-de-obra que são necessárias para sua operação. A Embraer, por exemplo, mantém suas operações altamente intensivas em mão-de-obra de montagem de aeronaves no Brasil, apesar de a maioria de suas fontes de insumos (componentes aeronáuticos) e de a maioria de seus clientes localizarem-se nos Estados Unidos e na Europa. Isso porque a empresa conta, em sua estratégia competitiva, com uma vantagem importante em custo na operação de montagem de suas aeronaves, garantida por um custo global com mão-de obra que ainda é menor no Brasil do que nos Estados Unidos e na Europa.

A maior ênfase na automação requer qualificações específicas dos trabalhadores que irão operar e dar manutenção ao equipamento. Processos modernos de manufatura como o *Just-In-Time* também requerem uma força de trabalho bem-educada. Como exemplo, o crescimento significativo de negócios na Cingapura nos últimos anos pode ser atribuído, em grande parte, ao investimento de seu governo na educação e no treinamento de sua população.

Outros fatores relevantes a serem considerados quanto à mão-de-obra, na decisão de localização, são o nível geral salarial, a atitude da mão-de-obra (pontualidade, absenteísmo, rotatividade), a presença de sindicatos mais ou menos combativos ou resistentes a mudanças. Observe a tendência de as novas fábricas da: montadoras de veículos terem-se localizado em regiões outras que a do ABC paulista, tradicional berço da indústria automobilística brasileira. Evidentemente não foi o único, mas certamente um aspecto considerado nas decisões de localização (das empresas foi a grande tradição de combatividade do sindicato dos metalúrgicos do ABC, que ganhou muita força nos anos 80. Em operações em que serviços podem ser prestados de forma remota, às vezes a localização é decidida quase exclusivamente com base na disponibilidade ou no custo de mão-de-obra. Por exemplo, muitas empresas americanas têm terceirizado seus serviços de *call center* para empresas na Índia - nesse caso, a localização física dos *call centers* foi mais influenciada pela disponibilidade de mão-de-obra barata, qualificada e proficiente em inglês.

#### *c) Exigências de Conteúdo do Produto*

As exigências de conteúdo do produto indicam qual percentual mínimo do produto deve ser produzido dentro dos limites de um país, a fim de que o produto seja vendido no mesmo. Isso garante empregos na comunidade local, enquanto reduz a diferença entre importações e exportações. Por exemplo, para que um carro seja montado nas Filipinas, ele deve ser montado naquele país. Consequentemente, cada um dos principais fabricantes de automóveis que quiser vender automóveis nas Filipinas tem uma planta de montagem lá, mesmo que a demanda para automóveis naquele país seja suficientemente pequena para sugerir que a importação deles seria mais econômica.

#### *d) Proximidade dos clientes*

A localização das operações próximas aos mercados aos quais serve é essencial para grande [quantidade de negócios. Uma situação em que isso ocorre é aquela em que o transporte do produto é mais volumoso, caro ou difícil que o transporte dos insumos da operação, como por exemplo as operações que produzem embalagens plásticas para refrigerantes. Encaixam-se também nessa categoria outros tipos de embalagens (latas metálicas, frascos e vidro e outros), lâmpadas incandescentes e outros produtos que tenham baixa "densidade de valor". Outra razão para operações localizarem-se próximas dos clientes é a possível perecibilidade dos produtos que comercializa. Um exemplo são as floriculturas. Para operações que necessitem da presença do cliente para executarem suas atividades de agregação de valor, particularmente, localização próxima do cliente pode ser essencial. Para algumas, é essencial que estejam fisicamente acessíveis aos clientes para que possam capturar sua fatia de mercado. Por isso, procuram-se localizar em regiões altamente densas, com acesso conveniente a populações que sejam seu público-alvo visado. Exemplos são supermercados, lojas de conveniência, salões de beleza, postos de combustível, lavanderias, farmácias, restaurantes, entre outros.

#### *e) Estabilidade Política/Econômica*

A estabilidade de uma região refere-se ao número e à intensidade de flutuações políticas e econômicas que podem lá ocorrer. A dissolução da antiga União Soviética oferece ampla evidência dos problemas associados à localização de um negócio em economias instáveis.

## **2.2 Fatores Quantitativos**

Os fatores quantitativos incluem: (a) custos de mão-de-obra, (b) custos de distribuição, (c) custos de instalação e (d) taxas de câmbio.

*a) Custos de Mão-de-Obra*

Os custos de mão-de-obra podem variar drasticamente, dependendo da localização. Na Europa Ocidental, nos Estados Unidos e no Japão, o custo da mão-de-obra pode exceder US\$ 20,00 por hora, em comparação a países na Ásia, onde o custo pode chegar a três ou quatro dólares por dia. Um importante fator a ser considerado é a exigência de qualificações dos trabalhadores. Embora o custo de mão-de-obra em muitas áreas seja muito baixo, os trabalhadores dessas mesmas regiões não têm, frequentemente, qualificações e educação - adequadas.

*b) Custos de Distribuição*

Na medida em que nos tornamos mais globais, os custos de distribuição e transporte assumem maior importância. Além do custo de transporte, o tempo necessário para entregar os produtos deve ser também levado em consideração. Consequentemente, em muitos casos os baixos custos associados com a manufatura de produtos na Ásia são contrabalançados pelos longos tempos de passagem e os altos custos de entrega aos mercados da América do Norte e da Europa.

*c) Custos de Instalação*

Países subdesenvolvidos ou de terceiro mundo oferecem, frequentemente, incentivos na forma de instalações de manufatura de baixo custo para atrair empresas. Por exemplo, na República Popular da China, foram estabelecidas muitas zonas econômicas especiais, as quais são isentas de tarifas e impostos - desde que os produtos ali feitos sejam vendidos fora do país. Em alguns países, o governo local fará uma parceria com uma firma, com o governo oferecendo a área, o prédio e, talvez, o treinamento da força de trabalho.

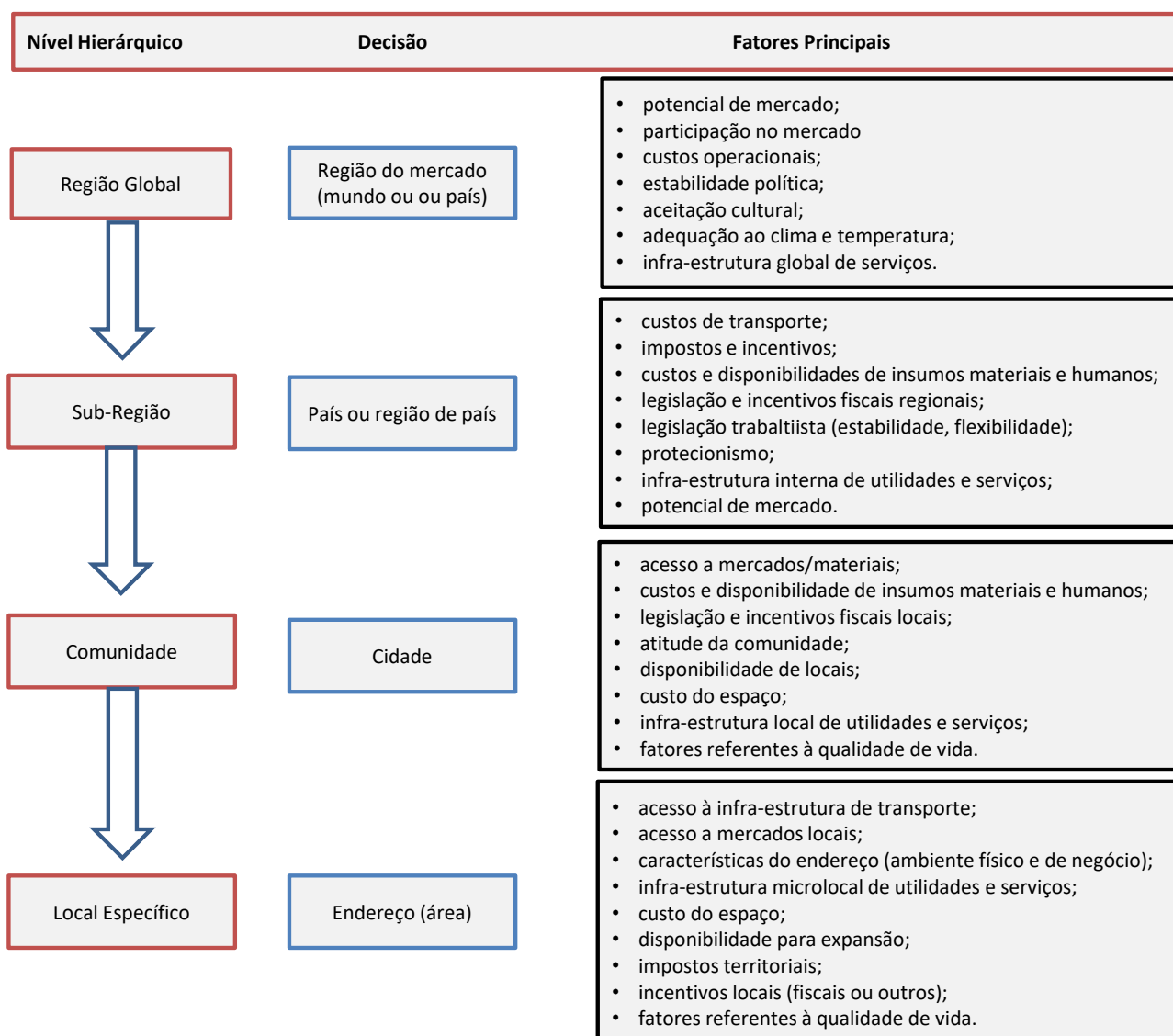
*d) Taxas de Câmbio*

A volatilidade das taxas de câmbio entre países pode ter um impacto significativo nas vendas e nos lucros. Por exemplo, a mudança nas taxas entre o iene japonês e o dólar americano de menos de 90 ienes por dólar para mais de 120 ienes por dólar, entre 1996 e 1997, aumentou a competitividade dos produtos japoneses nos Estados Unidos, ao passo que diminuiu a capacidade dos produtos americanos de competir no Japão.

### **3. MÉTODOS PARA LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES DE MANUFATURA**

Geralmente, as decisões de localização são tomadas de forma hierárquica, do mais geral para o mais particular, conforme o esquema da Figura 1.

**Figura 1: Ilustração da hierarquia das decisões de localização**



Fonte: Adaptado da Corrêa e Corrêa (2011)

Às vezes, decisões políticas ("o chefe quer Campinas e pronto!") sobrepujam as análises mais racionais sobre localização. Entretanto, sem-ire que as condições políticas não são extremas, métodos mais analíticos deveriam ser usados na tomada de decisão de localização. Os três níveis hierárquicos superiores são chamados decisões de macrolocalização. A decisão quanto ao local específico é chamada decisão de microlocalização. As análises para a decisão de macrolocalização podem ser apoiadas por técnicas de ponderação de fatores, pelo método do centro de gravidade ou pelo modelo da mediana.

O **método de ponderação de fatores** talvez este seja o mais popular de todos. Constitui-se em um método racional de confrontar e avaliar alternativas de macrolocalização, que pondera vários fatores locais. Imagine que há três macrolocais (pensemos num exemplo de três diferentes cidades) sendo considerados. Imagine também que foram identificados oito fatores locais relevantes a serem considerados com diferentes pesos de ponderação. Notas de zero a dez (dez significando a avaliação mais favorável possível e zero significando a pior) são, então, dadas às diferentes cidades, levando em conta cada um dos oito fatores locais. A Tabela 1 ilustra o método de ponderação de fatores locais.

**Tabela1: método de ponderação de fatores locais**

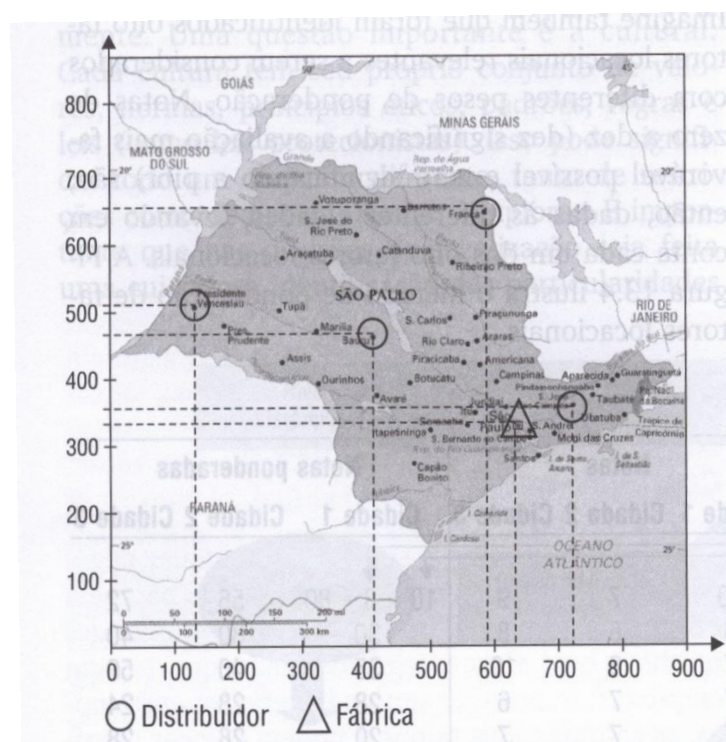
Fator locacional	Importância (peso)	Notas			Notas ponderadas		
		Cidade 1	Cidade 2	Cidade 3	Cidade 1	Cidade 2	Cidade 3
Acesso a mercados	8	10	7	9	10x8 = 80	56	72
Custo e disponibilidade de materiais	5	6	6	8	30	30	40
Custo e disponibilidade de mão-de-obra	5	7	8	10	35	40	50
Atitude da comunidade	4	7	7	6	28	28	24
Disponibilidade de bens locais	4	5	7	7	20	28	28
Custo do espaço	4	9	7	6	36	28	24
Infraestrutura local de utilidades e serviços	3	6	9	7	18	27	21
Qualidade de vida	3	8	10	9	24	30	27
				<b>Totais</b>	<b>271</b>	<b>267</b>	<b>286</b>

Fonte: Corrêa e Corrêa (2011)

O **método do centro de gravidade** fornece uma abordagem quantitativa para determinar onde colocar uma instalação, com base na minimização dos custos totais de transporte entre o local em que são produzidos os bens e onde eles são consumidos. É uma técnica para localização de uma unidade operacional, dadas as localizações existentes de suas principais fontes de insumos e clientes, além dos volumes a serem transportados entre estes locais. Essa técnica é muitas vezes utilizada para localizar armazéns intermediários ou de distribuição, dadas as localizações, por exemplo, das fábricas e dos clientes. Em sua forma mais simples, assume que os custos de transporte de material para a unidade a ser localizada, vinda das fontes de insumos e da unidade a ser localizada para seus destinos (clientes), são iguais e proporcionais às quantidades transportadas (não considera custos fixos por trecho transportado ou custos adicionais para despachos com cargas parciais).

O método começa localizando num grid simplificado as unidades já existentes (fontes de insumos e clientes). O propósito disso é estabelecer as distâncias entre os locais. A Figura 2 ilustra um *grid*.

**Figura 2: ilustração do uso de um grid para estudo locacional**



No grid da Figura 2, há cinco unidades já existentes que devem ser levadas em conta em nosso exemplo hipotético de fabricação e distribuição de um produto petroquímico. Nosso problema de localização é "onde localizar um armazém intermediário entre a fábrica e os distribuidores independentes para que os custos de transporte sejam mínimos".

**Uma fábrica, localizada em:**

- São Paulo - posição aproximada (630,330).

**Quatro distribuidores, localizados em:**

- Presidente Venceslau - posição aproximada (120,510);
- Bauru - posição aproximada (410,470);
- Franca - posição aproximada (590,650)
- São José dos Campos - posição aproximada (720,350).

As quantidades despachadas do produto fabricado em São Paulo para os distribuidores estão na Tabela 2 abaixo.

Local existente	Toneladas x 1.000 despachadas de/ou para o local
São Paulo	15,5
Presidente Venceslau	2,5
Bauru	5,5
Franca	3,0
São José dos Campos	4,5

A resolução desse problema pelo método do centro de gravidade seria conforme a seguir. O método procura encontrar o centro de gravidade dos pontos que representam os locais existentes, levando em conta os "pesos", os volumes transportados, ou a partir do ponto considerado ou para o ponto considerado (quando nesse há um local que despacha material para outros locais e recebe material de outros locais, as quantidades de e para o local aparecem somadas). O método do centro de gravidade calcula as coordenadas do centro de gravidade da seguinte forma:

$$C_x = \frac{\sum(d_{ix}V_i)}{\sum V_i}$$

e

$$C_y = \frac{\sum(d_{iy}V_i)}{\sum V_i}$$

Onde:

$C_x$  = coordenada x (eixo horizontal) do centro de gravidade;

$C_y$  = coordenada y (eixo vertical) do centro de gravidade;

$d_{ix}$  = coordenada x do iésimo local;

$d_{iy}$  = coordenada y do iésimo local;

$V_i$  = volume de bens movimentados para ou do iésimo local.

$$Cx = \frac{(630 \times 15,5) + (120 \times 2,5) + (410 \times 5,5) + (590 \times 3,0) + (720 \times 4,5)}{15,5+2,5+5,5+3,0 + 4,5}$$

$Cx = \frac{17.330}{31} =$  aproximadamente 560.

31

$$Cy = \frac{(330 \times 15,5) + (510 \times 2,5) + (470 \times 5,5) + (650 \times 3,0) + (350 \times 4,5)}{15,5+2,5+5,5+3,0+4,5}$$

$Cy = \frac{12.500}{31} =$  aproximadamente 403.

31

Isso dá ao analista as coordenadas x e y (560,403) do *grid* como um ponto de partida para decisão de macrolocalização do armazém intermediário. Isso no mapa leva a uma localização das proximidades de Piracicaba (veja Figura 2).

O **modelo da mediana** serve ao mesmo propósito do modelo do centro de gravidade, ou seja, procura localizar uma nova instalação dentro de uma malha já existente, por meio da minimização dos custos de transporte. São dados básicos do modelo:

- as coordenadas horizontais e verticais das instalações ou mercados já existentes.
- as cargas que devem ser movidas de/para cada uma dessas instalações ou mercados.

Por outro lado, a hipótese fundamental do modelo é a de que as cargas se movem apenas por caminhos horizontais e verticais. Na Figura 3 a seguir, mostra-se como se efetua o cálculo de distâncias entre duas localidades A e B nos três casos possíveis.

CASO 1		CASO 2		CASO 3	
DISTÂNCIAS		DISTÂNCIAS		DISTÂNCIAS	
HORIZ.	VERT.	HORIZ.	VERT.	HORIZ.	VERT.
a	0	0	b	a	b
DIST. TOTAL = a		DIST. TOTAL = b		DIST. TOTAL = a + b	

Figura 3: Cálculo das distancias entre duas localidades A e B



Os passos para a aplicação do modelo são, então, os seguintes:

a) Efetua-se a soma das cargas que devem ser deslocadas e determina-se sua mediana. Se a soma for ímpar, digamos 1.201 como exemplo, a mediana será exatamente a metade da soma, ou seja,  $1.201/2 = 600,5$ ; se a soma for par, digamos 1.200, teremos duas medianas correspondentes à metade (600) e à metade mais 1 (601);

b) Para encontrar a coordenada horizontal da nova instalação, adota-se o seguinte procedimento: com as instalações e os mercados devidamente localizados em um sistema de eixos ortogonais, caminha-se na direção horizontal (da esquerda para a direita ou vice-versa, é indiferente), somando as cargas das localidades à medida que vão sendo encontradas. Quando se chega a uma localidade tal que essa soma iguale ou ultrapasse a mediana, a coordenada horizontal da localidade será a coordenada horizontal procurada.

c) Para encontrar a coordenada vertical, o procedimento é idêntico, caminhando-se agora de cima para baixo ou vice-versa. A coordenada vertical procurada será aquela da localidade onde a soma das cargas igualar ou exceder a mediana.

Como se vê, tanto a coordenada horizontal como a vertical procuradas coincidem com as coordenadas (horizontal e vertical) de alguma das localidades e mercados já instalados, mas não ao mesmo tempo. Em outras palavras, o método não conduz obrigatoriamente a que se escolha uma localidade que já pertença à malha.

Após a determinação do local procurado, é fácil calcular-se o custo total de transporte associado. Sejam:

$n$  = número de instalações e mercados originais na malha

$C_i$  - carga movida de/para a localidade ou mercado  $i$

$p_i$  = custo de transporte (direção da localidade/mercado /)

$d_{ix}$  = distância horizontal da localidade/mercado  $i$  em relação ao local encontrado

$d_{iy}$  = distância vertical da localidade/mercado  $i$  em relação ao local encontrado

O custo total CT será:

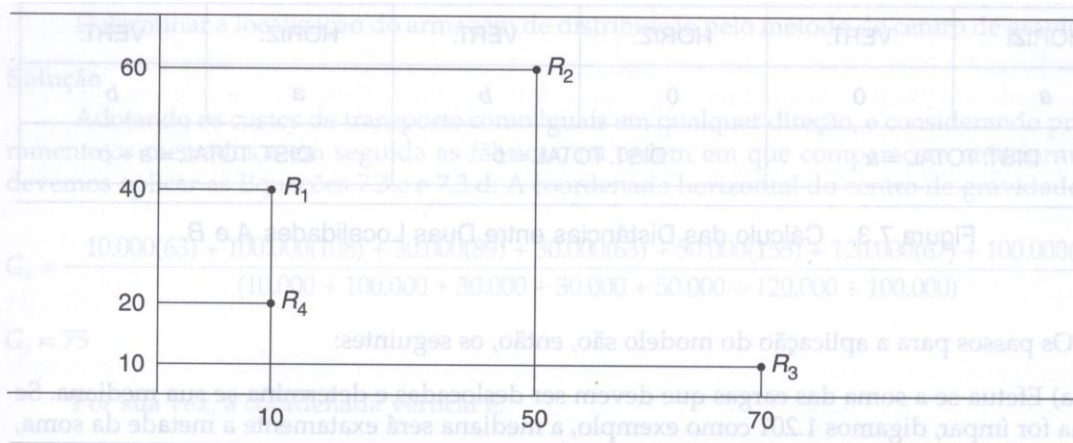
$$CT = \sum C_i p_i (d_{ix} + d_{iy}) \quad (\text{Equação 3})$$

Tal como acontecia no modelo do centro de gravidade, se os custos  $p$ , forem idênticos em todas as direções, eles podem cair fora da Equação 7.4, que se transforma em:

$$CT = \sum C_i (d_{ix} + d_{iy}) \quad (\text{Equação 3.a})$$

### Exemplo

Consideremos uma cooperativa avícola que deseja construir uma fábrica de ração, cuja localização deve ser determinada, para atender a depósitos distribuidores situados em quatro regiões R1, R2, R3 e R4, conforme mostrado na Figura abaixo.



**Localização de quatro depósitos distribuidores**

As cargas mensais previstas que serão enviadas da fábrica a cada um dos armazéns e os custos associados são os seguintes:

Para	Fornecimento Mensal Previsto	Custo por Unidade de Carga e Distância (R\$)
$R_1$	80	10
$R_2$	50	10
$R_3$	20	10
$R_4$	130	10

## Solução

O primeiro passo consiste em determinar a mediana das cargas. Temos:

$$\text{Soma das cargas} = 80 + 50 + 20 + 130 = 280$$

Como a soma é par, teremos dois valores para a mediana, que são:

$$\text{Mediana} = 280/2 = 140 \text{ e } \text{Mediana} = 280/2 + 1 = 141$$

Caminhando na direção horizontal, da direita para a esquerda (leste para oeste), o primeiro armazém a ser encontrado é o correspondente a  $R_3$ , cuja carga é 20; continuando nessa direção, vem em seguida  $R_2$ , cuja carga é 50. Em termos acumulados, temos uma carga até o momento de  $20 + 50 = 70$ , inferior, portanto à mediana. Caminhando ainda na direção leste-oeste, chega-se, simultaneamente, aos armazéns em  $R_1$  e  $R_4$ , e a carga acumulada total será de  $20 + 50 + 80 + 130 = 280$ , superior à mediana.

A coordenada horizontal de  $R_1$  ou  $R_4$  será a coordenada horizontal da fábrica, ou seja, 10. Repare que, se houvéssimos caminhado em sentido contrário (oeste para leste), já de início encontraríamos os armazéns de  $R_1$  e  $R_4$ , simultaneamente, com carga acumulada de  $80 + 130 = 210$ , superior à mediana. A solução seria a mesma, portanto.

Caminhando agora no sentido sul para norte (ou de baixo para cima), encontramos inicialmente o armazém em  $R_3$  (carga de 20) e, em seguida, o armazém localizado em  $R_4$  (carga de 130) o que fornece uma carga acumulada de 150, superior à mediana. A coordenada vertical da fábrica será então de 20.

A fábrica, portanto, ficará localizada em  $R_4$ , junto ao armazém aí estabelecido. Repare o leitor a lógica da solução, já que é exatamente  $R_4$  a região de maior demanda, substancialmente maior que em  $R_2$  e  $R_3$ . Além disso,  $R_4$  é a mais próxima das regiões em relação à  $R_1$ , que apresenta a segunda maior

demanda. Lembre-se o leitor de que tentamos tomar mínimos os custos de transporte. O cálculo dos custos de transporte pode ser feito com auxílio da Tabela abaixo na qual comparecem em detalhe todos os elementos necessários.

**Tabela 2: Cálculo dos Custos de Transporte: Fábrica para Armazéns**

Região	Distância para a fábrica		Distância Total	Custo x Distância (1)	Carga (2)	Custo Total (1) x (2)
	Horizontal	Vertical				
R1	0	20	20	200	80	16.000
R2	40	40	80	800	50	40.000
R3	10	60	70	700	20	14.000
R4	0	0	0	0	130	0
					CT	70.000

Localizando-se a fábrica junto à região R4, portanto, o custo total mensal de transporte será igual a R\$ 70.000,00. Dada à facilidade do cálculo de distâncias, já que se supõe toda movimentação como sendo nos sentidos horizontal e vertical, o leitor pode tentar por si mesmo outra localização qualquer (coincidente ou não com as regiões) e calcular o custo associado, verificando como é mais vantajosa a localização da fábrica em R4.