



## ***Planejamento Sistemático e Simplificado de Layout***

- Método simples para pequenas áreas
  - Aplicável a qualquer tipo de espaço
    - Constituído por seis passos:
- 1) Apresentar o diagrama de relações
  - 2) Estabelecer as necessidades de espaço
  - 3) Relações das atividades no diagrama
  - 4) Desenhar os layouts de relação de espaços
  - 5) Avaliar os arranjos
  - 6) Detalhar o plano de layout selecionado



## **1. Apresentar o diagrama de relações**

- Identificar cada atividade envolvida e relacionar todas em um diagrama de relações**
- Determinar e registrar um grau de proximidade desejado para cada atividade relativas às demais**
- Registrar as razões da atribuição de cada grau de proximidade**
- Verificar o seu grau de relacionamento**



DIAGRAMA DE RELAÇÕES

Porto Electro Labs

Prepared by S.R.

Date 3-6

Page 1

Porto Redistribuição

Prepared by W.F. Jr.

Date 1

Reference Estudo e Discussão do Fluxo

1 Recebimento

2 Almoxarifado de Mats. Comprados

3 Emb. (Incl. Almox. de Mat. p/ Emb.)

4 Expedição

5 Solda Forte

6 Revestimento (Urânio e Normal)

7 Solda

8 Limpeza e Sopro

9 Almoxarifado de Mats. Em Processo

10 Montagem final

11 Exaustão

12 Fabr. de Selos (Incl. o Forno à Vácuo)

13 Teste de Vazamentos

14 Teste Elétrico

15 Prep. do Gás e Armazenagem

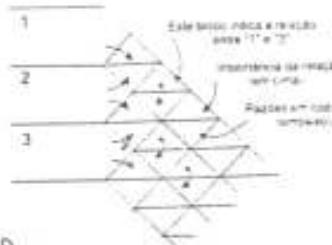
16 Escritório Técnico

17 Manutenção

18 Banheiros e Vestiários

19 Escritório Geral

20



Valor: PROXIMIDADES
A Absolutamente Necessário
E Especialmente Importante
I Importante
O Proximidade OK
U Sem Importância
X Muito Desejável

Cod. RAZÃO

- 1 Movimentação de Materiais
- 2 Divide com as Mesmas Pessoas
- 3 Compartilha o Mesmo Galpão
- 4 Sujeira e Contaminação
- 5 Movimentação de Suprimentos, Lixo
- 6 Distribuição de Papelada
- 7 Controle de Estoque
- 8 Controle do Serviço
- 9 Frequência, Importância dos Serviços
- 10 Conveniência do Pessoal

Pg. 12



## **2. Estabelecer necessidades de espaço**

- Utilize a mesma lista de atividades do passo 1
- Determine e registre o espaço para cada atividade
- Estabeleça e registre qualquer necessidade específica de característica estrutural ou física para cada atividade
- Liste qualquer necessidade para as utilidades e/ou equipamentos especiais
- Indique qualquer necessidade que afete ou restrinja a forma ou a configuração do espaço de uma atividade

FOLHA DAS ÁREAS E CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES

MID - CONTINENT

Planta CHEMICAL COMPANY

Projeto NOVO ALMOX. MANUT.

Por N.D. Com

Data 8-5 Pag 1 de 1

Requisitos Necessários para a Forma ou Configuração da Área (Espaço)

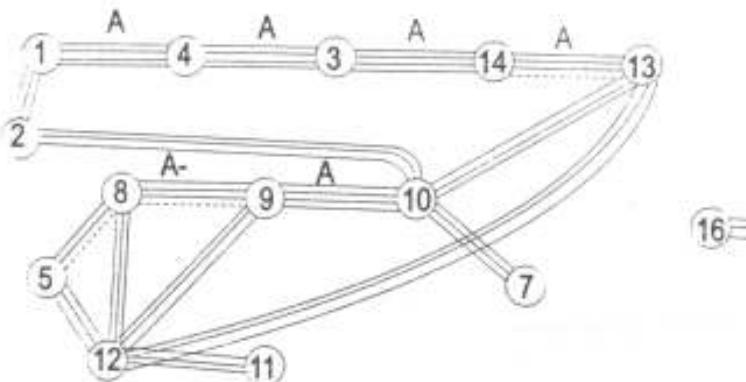
Nº.	Nome	Área em Mtr qdr	Altitude livre	Carga Máxima Admissível no Teto Câm. Max. do Piso	Espaço Mínimo da Coluna	Características Físicas Necessárias						Importância Relativa das Características	Anotar os Requisitos Necessários para a Forma ou Configuração e Consequentemente as Razões	
						Água e Drenos	Vapor	Air Comprimido	Fundações ou Pócos	Pingo de Incêndio ou Explosão	Ventilação Especial			
		Total				Anotar a Unidade e a Quantidade Necessária de Cada Um								
		3925	Metros	IPQ										
1.	Armaz. de Conexão	550	12	250										
2.	Armaz. de Váulas	600	12	250										
3.	Armaz. de Itens de Alto Valor	500	10	150										(a)
4.	Armaz. de Tubulações	250	12	150										
5.	Suprimentos Diversos	800	12	150										
6.	Área de Secagem de Piso	300	12	200										
7.	Fabricação	400	14	200			E	E			O	I		
8.	Acúmulo de Embalagens e Lixo	200	12	150						O				
9.	Escritório	150	9	150		O								(b)
10.	Área de Expedição e Recebimento	100	12	250										Somente uma Porta para Caminhões com o Galpão Externo.
11.	Banheiros	75	9	150		A			O					(b)
12.														
13.														
14.														
15.														

- a Área Separada Cercada com Tela Metálica  
b Área com Ar Condicionado  
c  
d

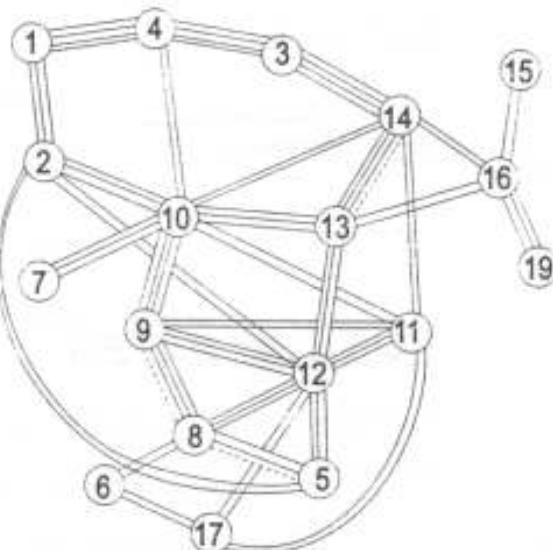


### 3. Relações das atividades no diagrama

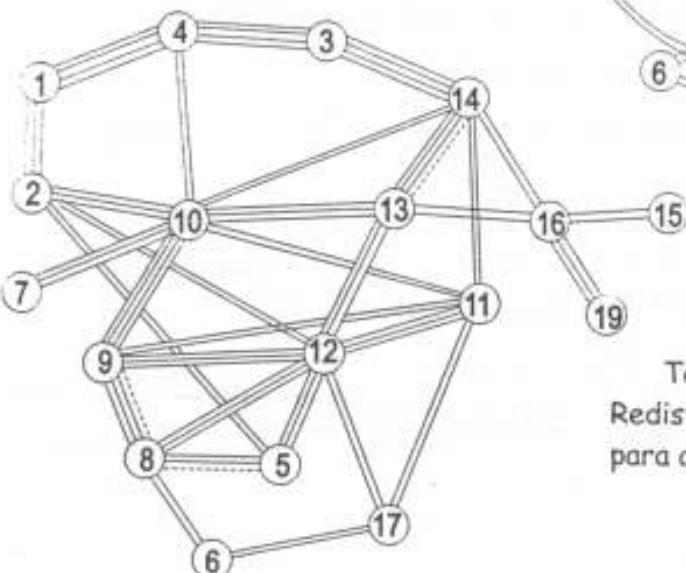
- Utilize um símbolo para representar uma atividade
- Utilize um código de linha para indicar o grau de proximidade
- Prepare no papel o arranjo das atividades com maior grau de proximidade o mais próximo entre si e daquelas com menor grau de proximidade progressivamente mais distante



Primeiro diagrama -  
6 A's e 11 E's



### Segundo diagrama - Redistribuição, adição dos 14 I's

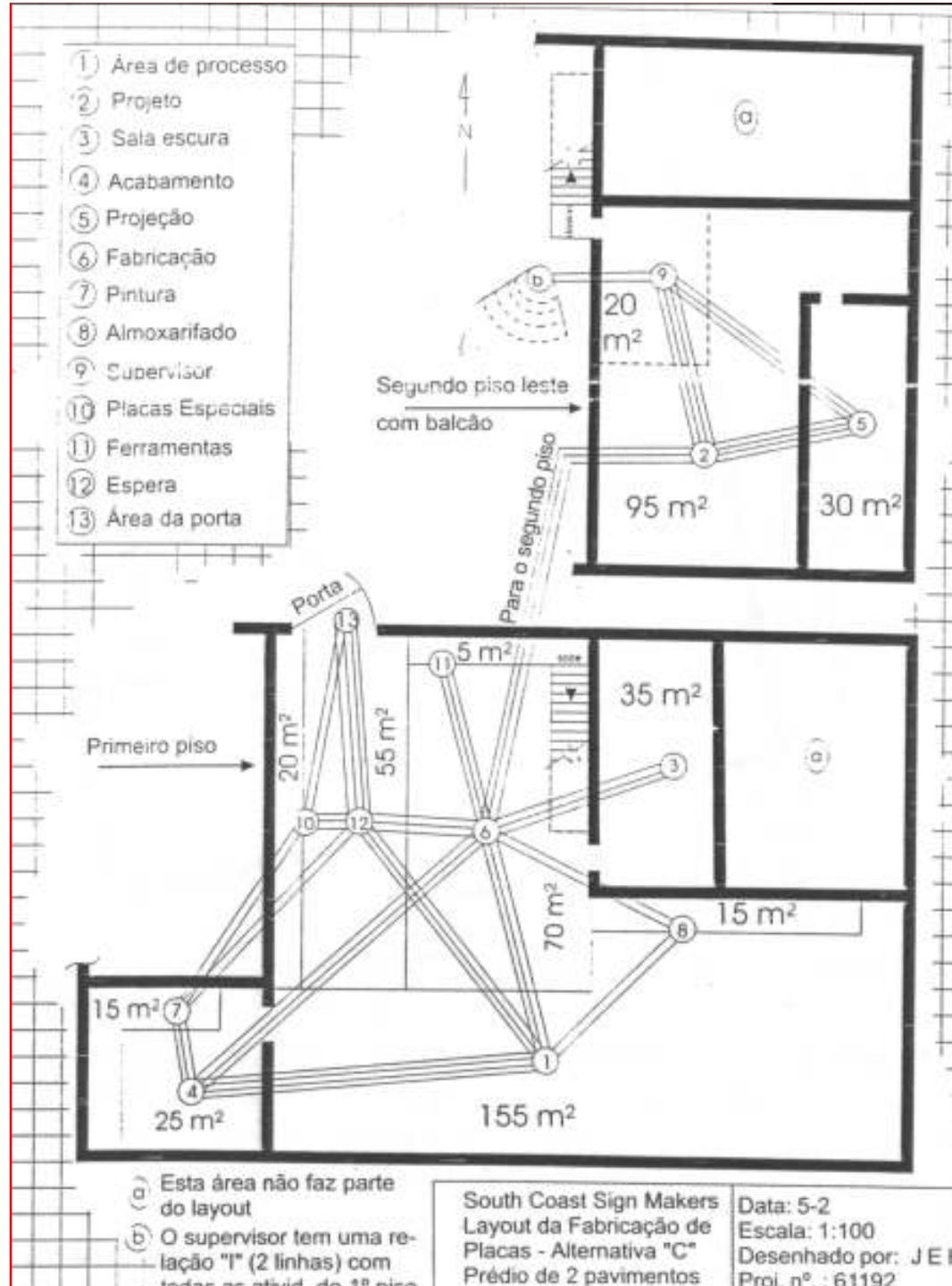


### Terceiro diagrama - Redistribuição preparatória para adição dos O's e X's



#### 4. Desenhar os layouts de relação de espaços

- Estabeleça uma escala adequada, de preferência uma que permita mostrar o plano inteiro em uma só folha**
- Desenhe o esboço do espaço necessário para cada atividade, seguindo o diagrama do passo 3**
- Ajuste e redistribua em função das características ao redor, como acesso às ruas e utilidades**
- Desenhe ou rascunhe todas as prováveis soluções**



Pg. 30

*Construção nova  
ou existente?*



## 5. Avaliar os arranjos

- Estabeleça os fatores que afetam a escolha da melhor alternativa
- Atribua para cada fator um valor de peso
- Classifique cada plano alternativo para cada fator
- Transforme todas as classificações de letras em números e multiplique pelos pesos estabelecidos previamente
- Totalize os valores das classificações em pesos para cada alternativa



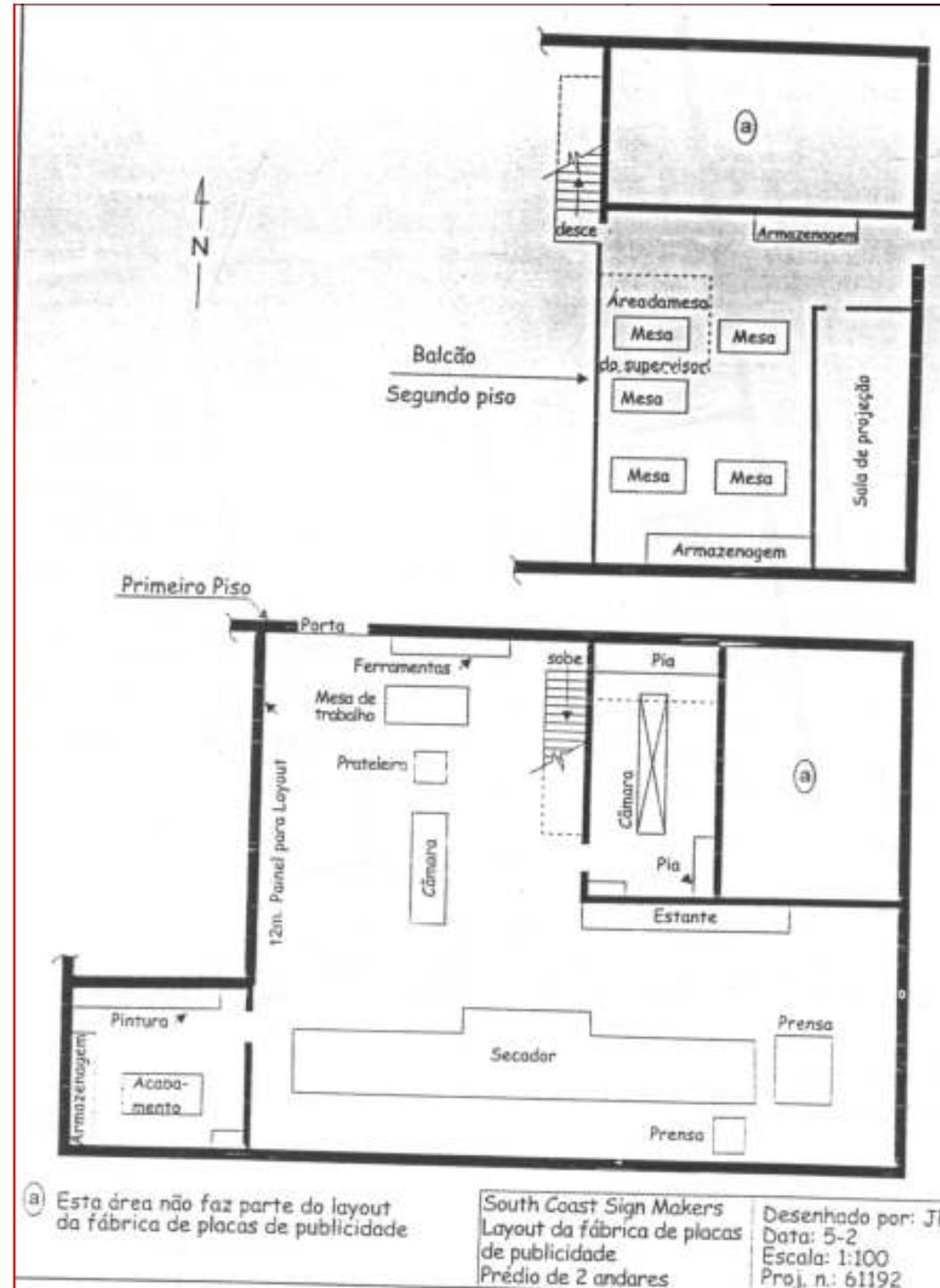
AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS									
Fábrica/Área	STERLING INSURANCE CO	Projeto	LAYOUT DO ESCRITÓRIO	Data	10-3				
Descrição das Alternativas				AGRUPAMENTO - SERVIÇOS CENTRALIZADOS					
a) AGRUPAMENTO - SERVIÇOS PERIFÉRICOS				LAYOUT EM "U" COM A SALA DE RECEPÇÃO CENTRAL					
b) RECEPÇÃO NA FRENTE - SERVIÇOS ATRAS				c) SERVIÇOS ATRAS					
Peso atrib. por	J.R.T.	Classif. por	L.S. e B.G.	Calculated por	B.G.				
FATOR/CONSIDERAÇÃO	W.T.	A	B	C	D	E	OBS		
1	8	E	24	O	I	16	E		
2 ADAPTABILIDADE E VERSATILIDADE	4	A	16	A	I	8	E		
3 EFICIÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO	8	E	24	E	24	I	I		
4 EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DOS ESPAÇOS	5	E	13	E	O	O	5		
5 VÍNCULO DOS SERVIÇOS DE SUPORTE	6	I	12	I	E	I	12		
6 FACILIDADE DE CONTROLE E SUPERVISÃO	10	O	10	E	I	I	20		
7 APARÊNCIA	3	I	6	E	A	E	9		
8 USO DAS CONDIÇÕES NATURAIS	2	A	8	I	E	O	2		
9 ADAPTA-SE COM A ESTRUTURA ORGANIZ. DA EMPRESA	5	E	15	I	I	I	10		
10 MELHOR PLANO PELO DINHEIRO INVESTIDO	8	A	32	E	I	E	20		
11									
12									
13									
14									
TOTAIS		160	150	122	130				
OBS.	A = QUASE PERFEITO (4), E = ESPECIALMENTE BOM (3) I = RESULTADOS IMPORTANTE (2), O = RESULTADOS NORMAIS (1) U = RESULTADOS SEM IMPORTÂNCIA (0)								

Pg. 36



## ***6. Detalhar o plano selecionado***

- Desenhe o plano selecionado em uma escala apropriada
- Identifique as áreas e as características principais
- Desenhe os equipamentos, máquinas e outras características individuais em detalhe
- Reavalie o ajuste destes detalhes e faça os ajustes menores, se necessário
- Indique todos os dados de identificação

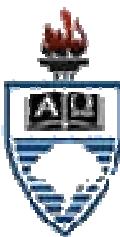


(a) Esta área não faz parte do layout da fábrica de placas de publicidade

South Coast Sign Makers  
Layout da fábrica de placas de publicidade  
Prédio de 2 andares

Desenhado por: JE  
Data: 5-2  
Escala: 1:100  
Proj. n.: 61192

Pg. 42



# Planejamento e localização do lugar

Nível	Atividade	UPE Típica	Ambiente	Resultado
I Global	Localização e Seleção	Locais	Mundo ou País	
II Supra	Planejamento	Características de Construções ou Local	Local	
III Macro	Layout da Construção	Células ou Departamentos	Construção	
IV Micro	Layout de Departamento	Características de Células ou Estações de Trabalho	Células ou Estações de Trabalho	
V Sub Micro	Projeto de Estações de Trabalho	Localização de Ferramentas	Estação de Trabalho	



## Planejamento do nível global

- ❑ Tarefa enfrentada ocasionalmente ao longo da carreira do engenheiro industrial

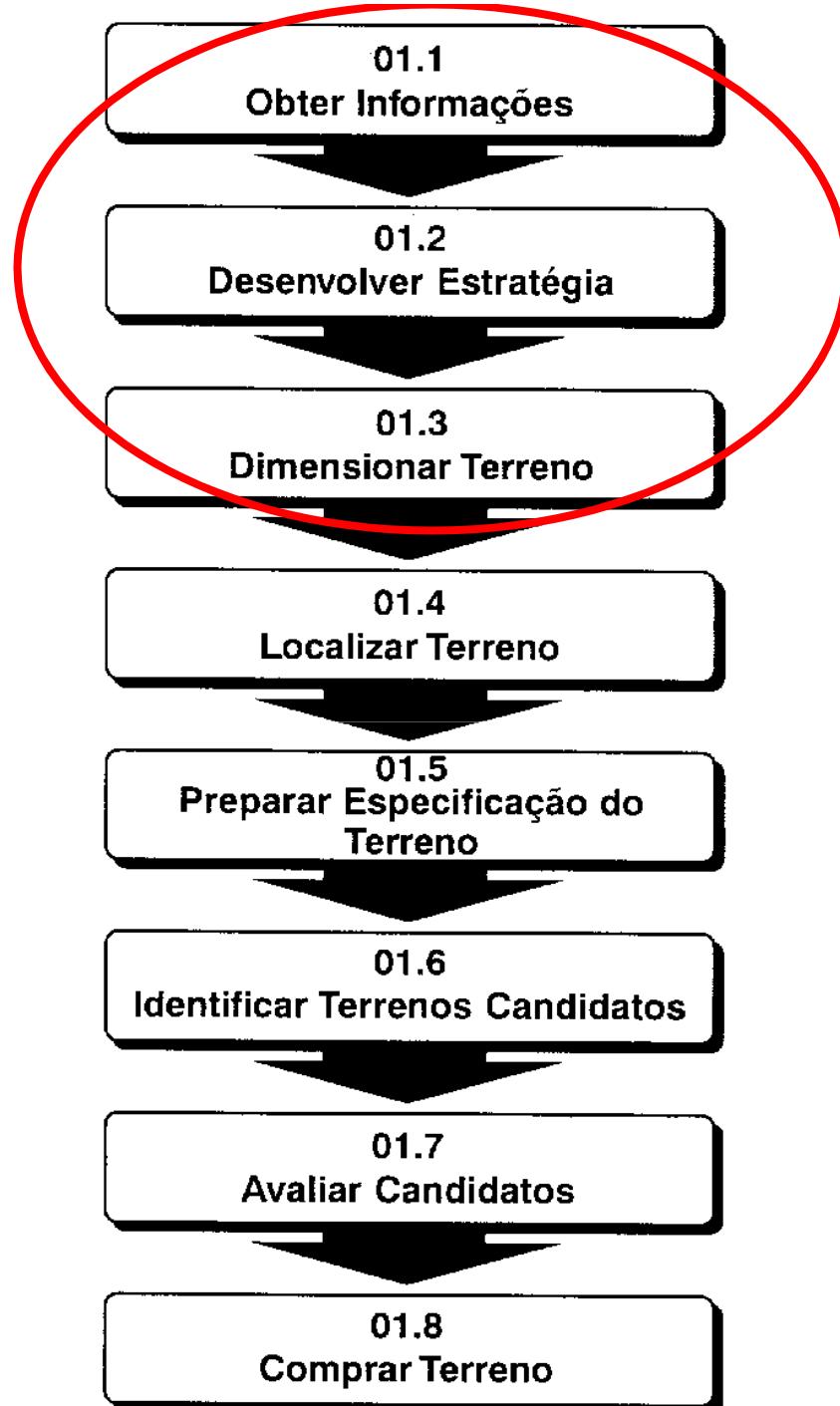
**Contudo, decisões de localização têm impacto de longo prazo, merecem grande atenção!!**

- ❑ No caso de grandes empreendimentos é comum o uso de consultorias especializadas



## Planejamento modelo para atividades do nível 1:

### localização e compra do terreno





## Objetivos da decisão de localização

- ❑ Atingir um equilíbrio entre três objetivos relacionados:
  - ✓ Minimizar os custos espacialmente variáveis da operação (custos que se alteram com a localização geográfica)
  - ✓ Maximizar o serviço que a operação é capaz de prestar a seus clientes
  - ✓ Maximizar a receita potencial da operação



## Razões para mudanças de localização

- Alterações na demandas de bens e serviços
- Alterações na oferta de insumos para a operação
- Novos produtos e tecnologias
- A mudança para uma nova região geográfica enfrenta questões estratégicas e a longo prazo
- Caso da chegada de várias montadoras de automóveis ao Brasil na década de 90



## **Fatores que afetam decisões de localização: nível global**

- **Disponibilidade de mão-de-obra**
  - Excesso de disponibilidade pode ser mal sinal
- Se a empresa é de alta tecnologia deve se instalar em locais onde a mão-de-obra está
  - É comum haver concentração de especialidades em determinadas regiões



## Fatores que afetam decisões de localização: nível global

- ❑ O terreno tem que ser grande o suficiente para abrigar todas as UPE: operações, estacionamentos, áreas de recreação, áreas verdes, armazenamento e futuras ampliações
- ❑ Acesso a instalações de transporte e utilidades
- ❑ Considerar o custo de estar distante da residência dos trabalhadores



## **Fatores que afetam decisões de localização: nível global**

- Disponibilidade de fornecedores**
- Legislação ambiental**
- Geopolítica**
- Impostos**
- Força dos sindicatos**
- Custos de construção**
- Qualidade de vida na região**



## Classificação dos fatores de localização

- Externos (proprietário tem controle reduzido)
- proximidade de transporte, rotas de aviões, secas, ventos, proximidade de áreas residenciais, futura ampliação das ruas, autorização para construção....
- clima político, questões ambientais, concessões e ajudas, impostos locais, estabilidade política, estabilidade econômica, leis trabalhistas, sindicatos, custos de construção.....



## Classificação dos fatores de localização

- Internos (se posicionam dentro dos limites do terreno)
  - topografia, condições de solo, prédios existentes, áreas existentes de tráfego, utilidades, suprimento de água...
  - configuração, segurança, aparência/imagem, contorno da região....



## *Outra classificação: fatores qualificadores e decisivos*

- Os qualificadores são exigências mínimas absolutas para o terreno. Exemplos:
  - mínimo de 4,5 acres de terreno
  - serviço elétrico mínimo de 10.000 KVA
- Os decisivos são características que podem variar dentro de limites razoáveis. Exemplos:
  - opções de expansão do terreno
  - potencial de energia elétrica

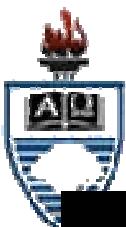


## Nível 2 (supra): planejamento do terreno

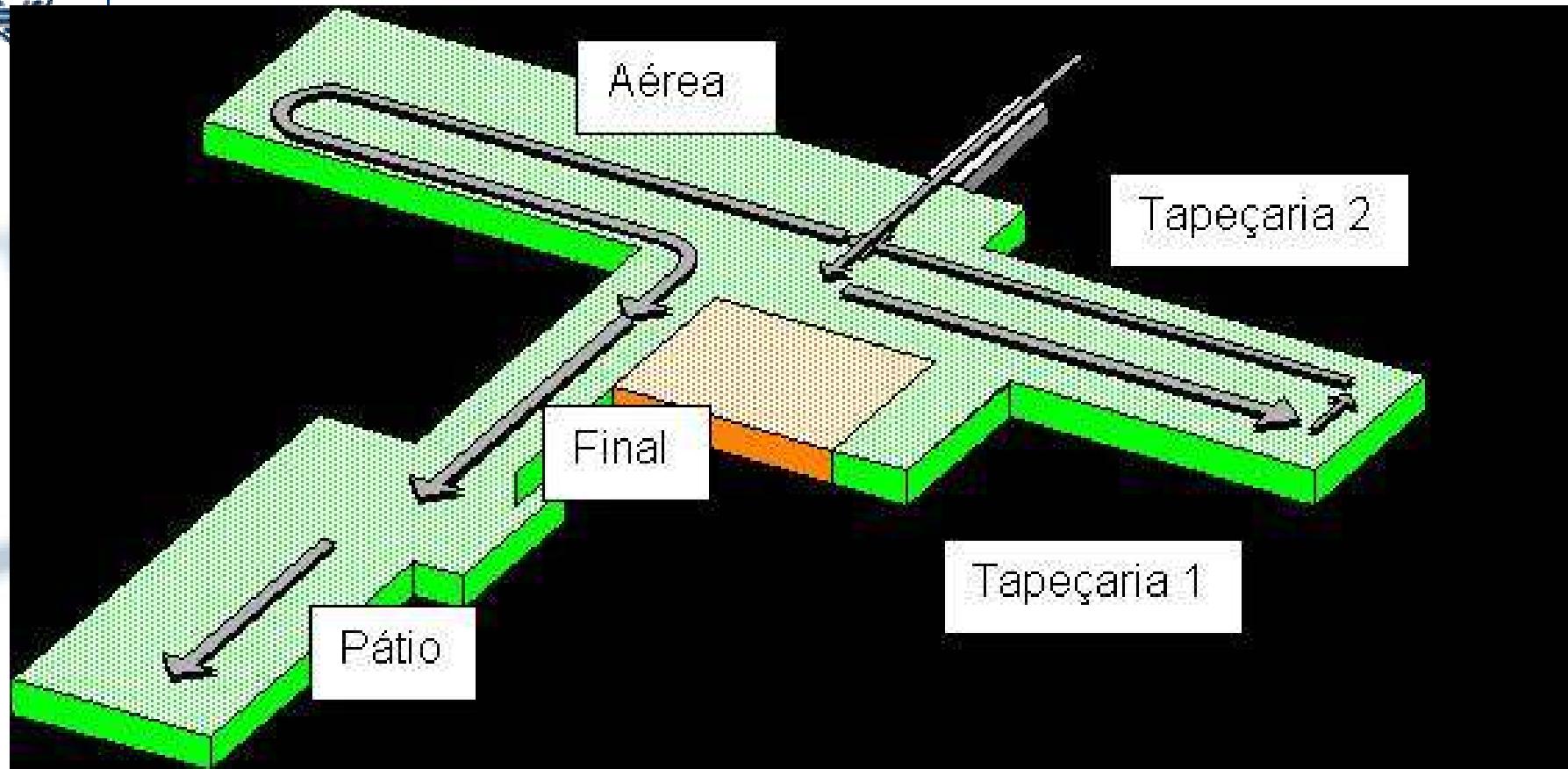
- Os elementos fundamentais do planejamento do espaço (UPE, espaço, afinidades e limitações) aplicam-se ao nível supra
  - Localização dos prédios no terreno
- Contudo, as afinidades são mais simples e está incluído o uso do espaço exterior
- O engenheiro de produção frequentemente posiciona os prédios no terreno em conjunto com um arquiteto ou engenheiro civil

# Complexo Industrial Automotivo de Gravataí



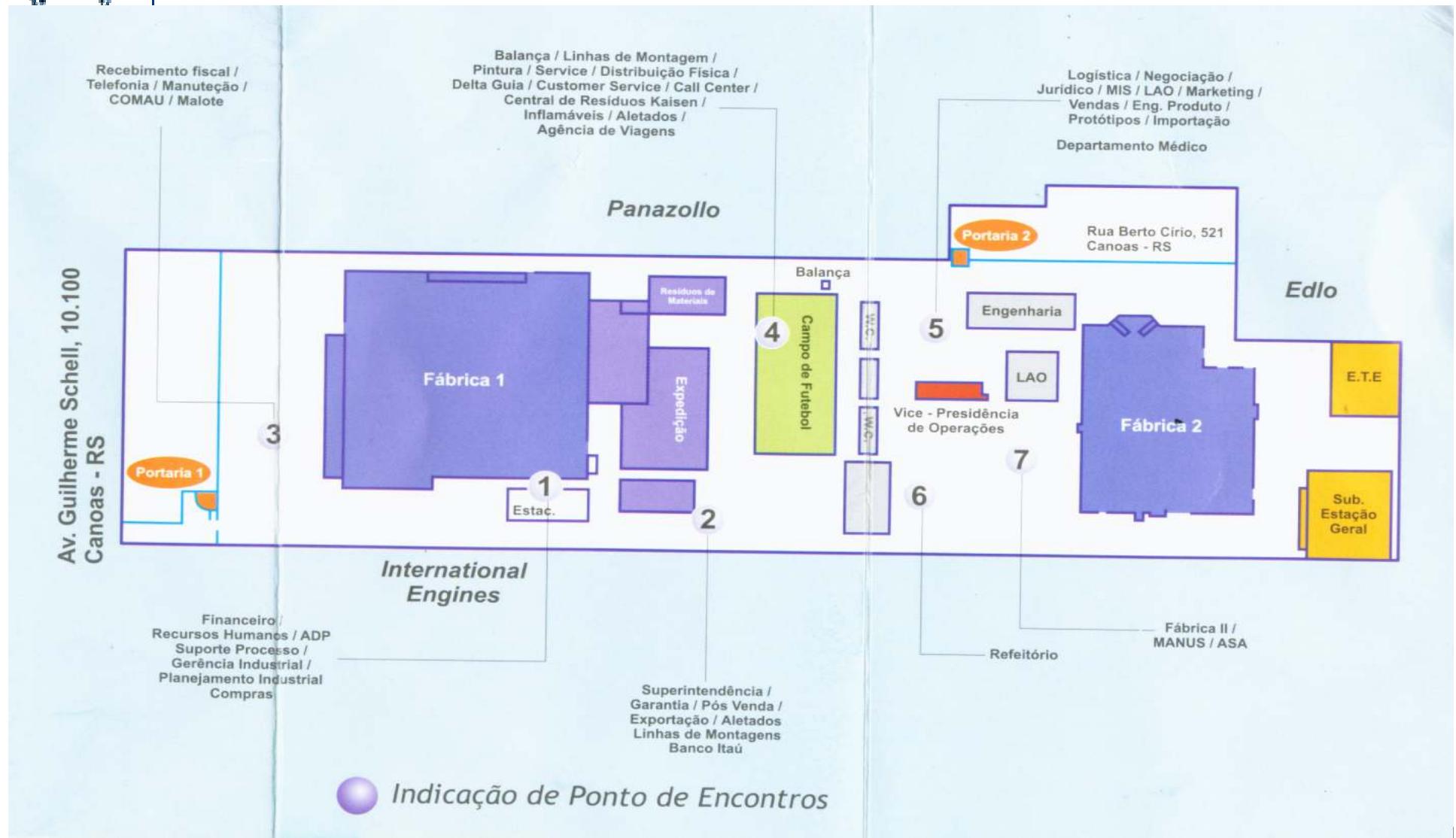


## Nível 2: exemplo GM



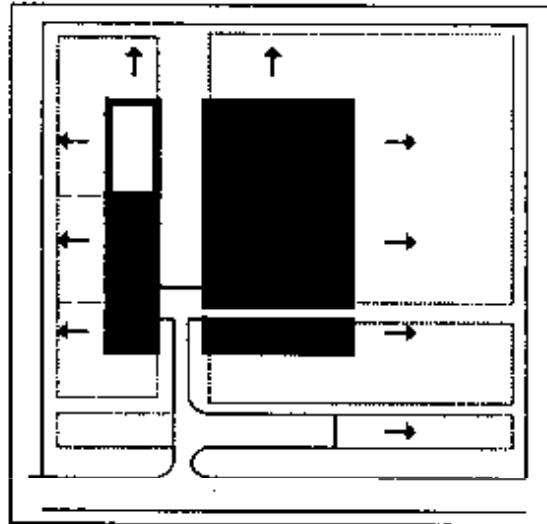


## Nível 2: exemplo Springer



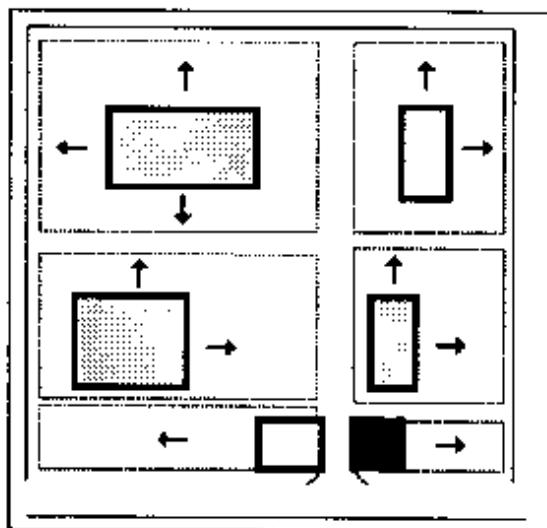


# Alocação dos prédios no terreno



## **Planejamento de Zonas**

As áreas são reservadas para expansão externa, a partir de uma região central.



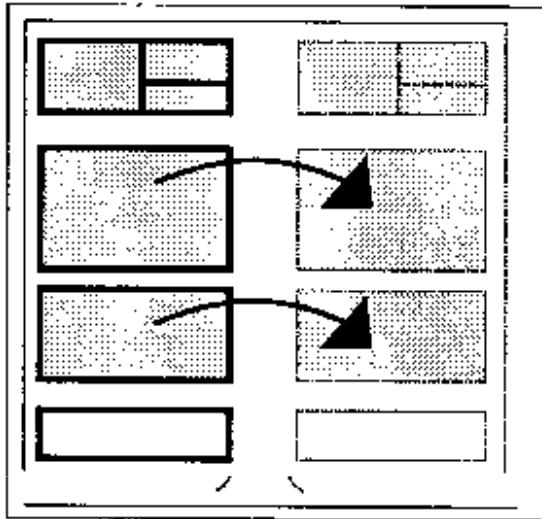
## **Planejamento de Blocos**

As áreas são blocadas por tipo de função ou espaço. Cada família é expandida dentro de um bloco determinado.

*Grandes distâncias entre as UPE*



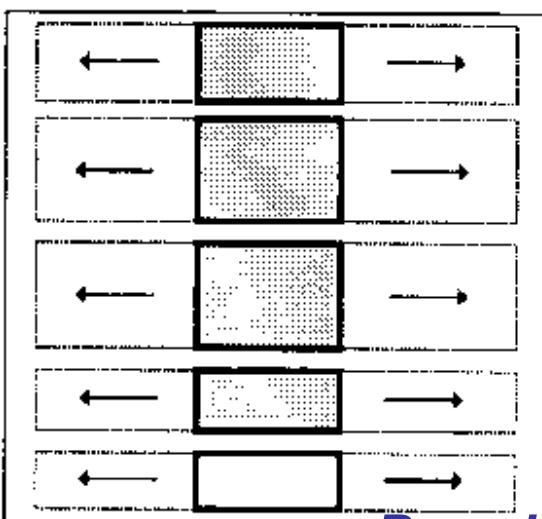
# Alocação dos prédios no terreno



## **Planejamento Duplicado**

Cada instalação equilibrou o espaço. As expansões são duplicações do original.

*Aumento de capacidade em grandes incrementos*



## **Planejamento de Faixas**

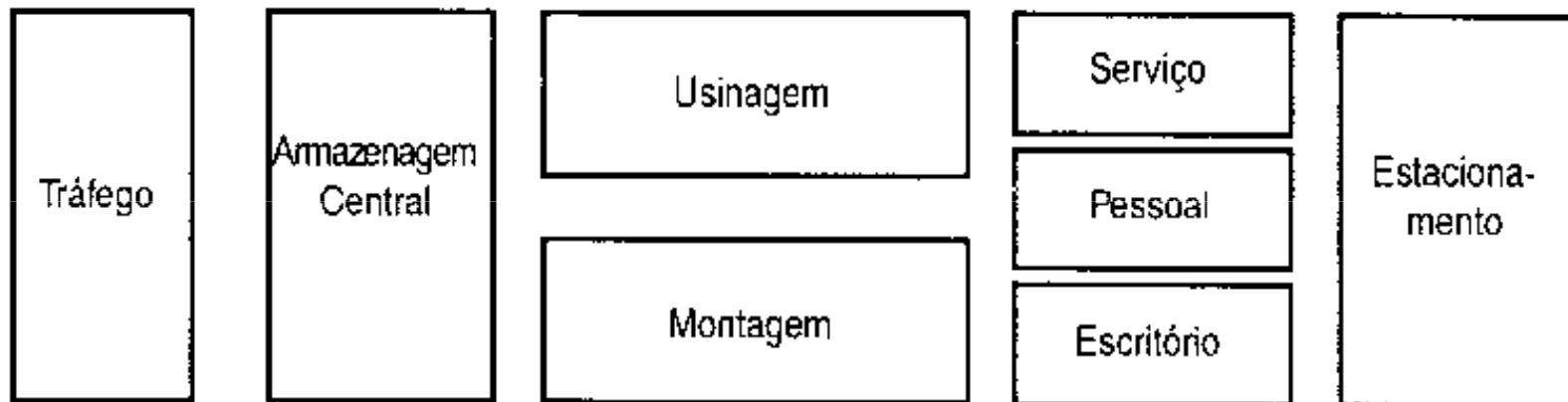
As áreas são reservadas em faixas que ocupam toda a instalação. Trata-se de um tipo especial de planejamento de zonas.

*Boa abordagem para processos simples, lineares*



# Planejamento do terreno: identificar as UPE

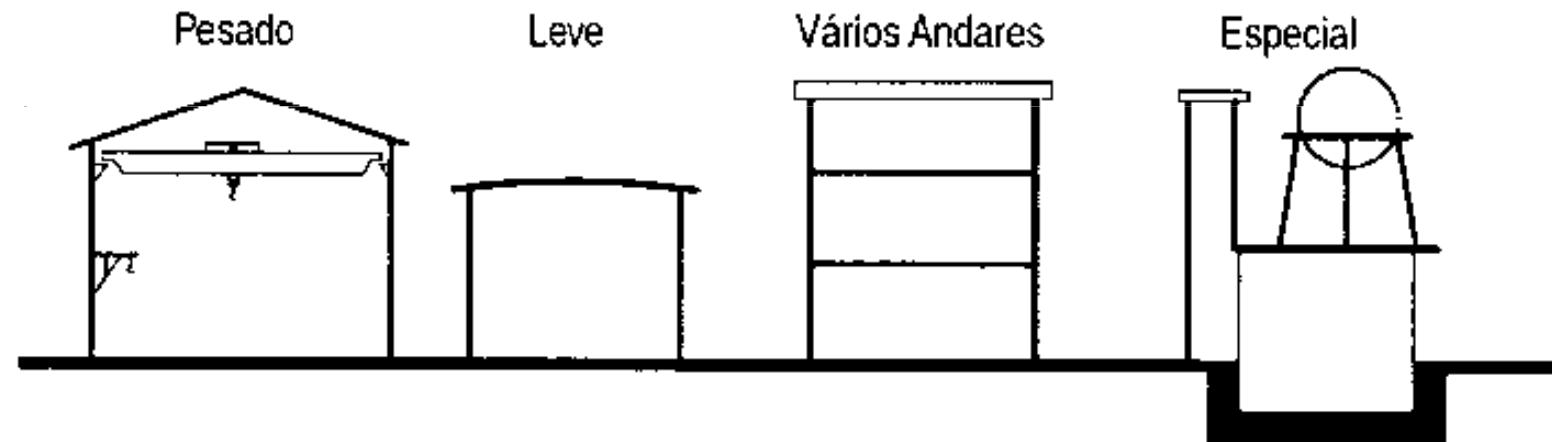
## Por Função





## Planejamento do terreno: identificar as UPE

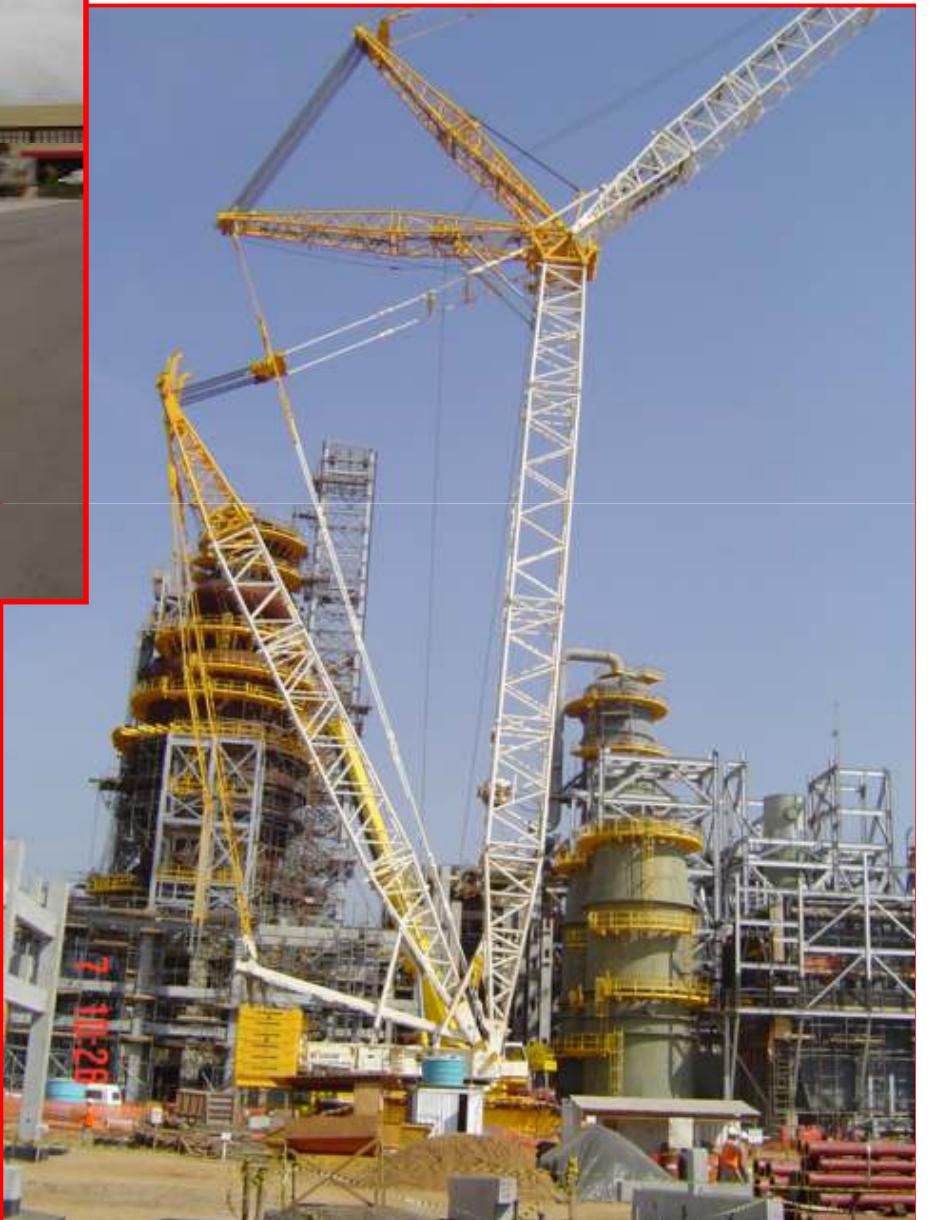
### Por Tipo de Prédio





*Prédio de vários andares*





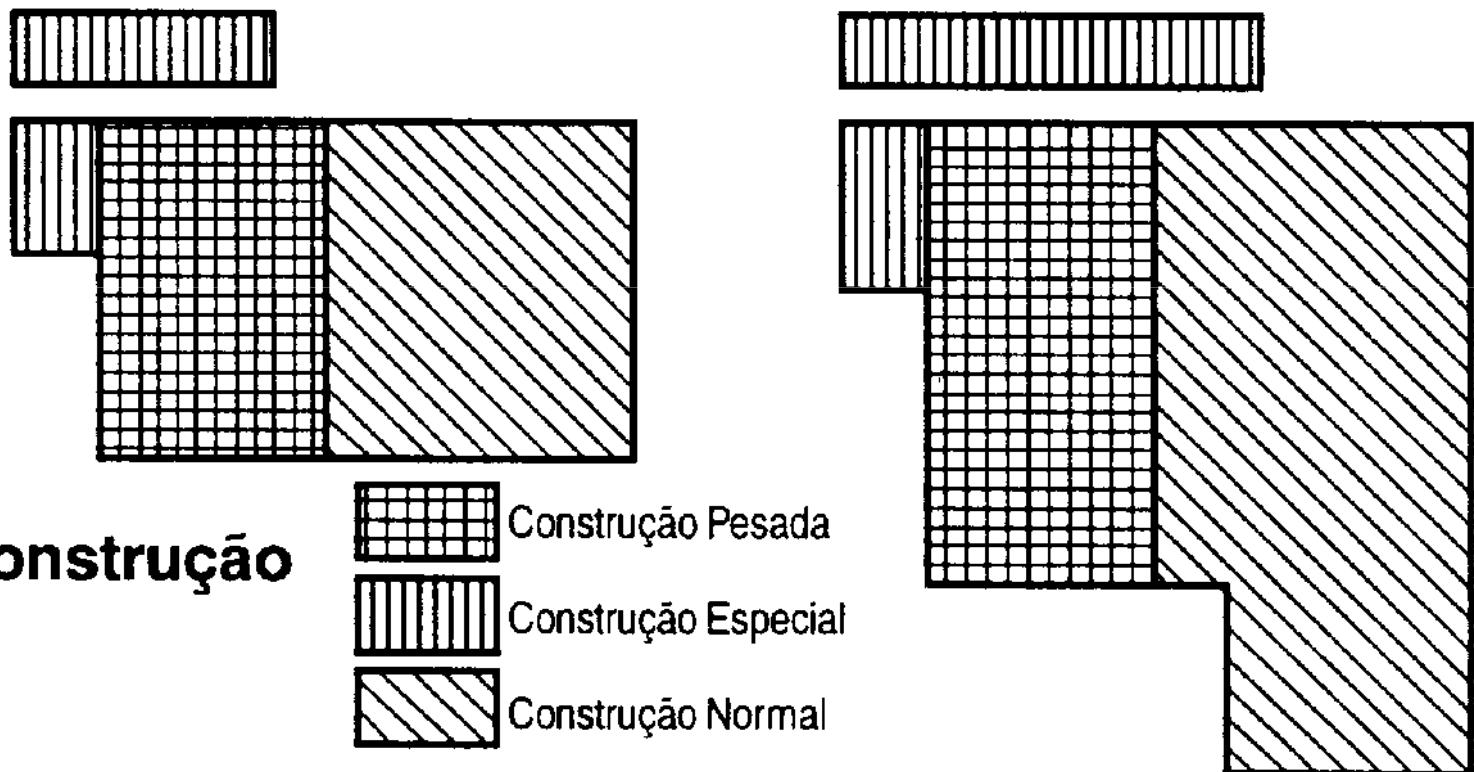
*Construção leve*

*Construção especial*



## Planejamento do terreno: tipo de prédio

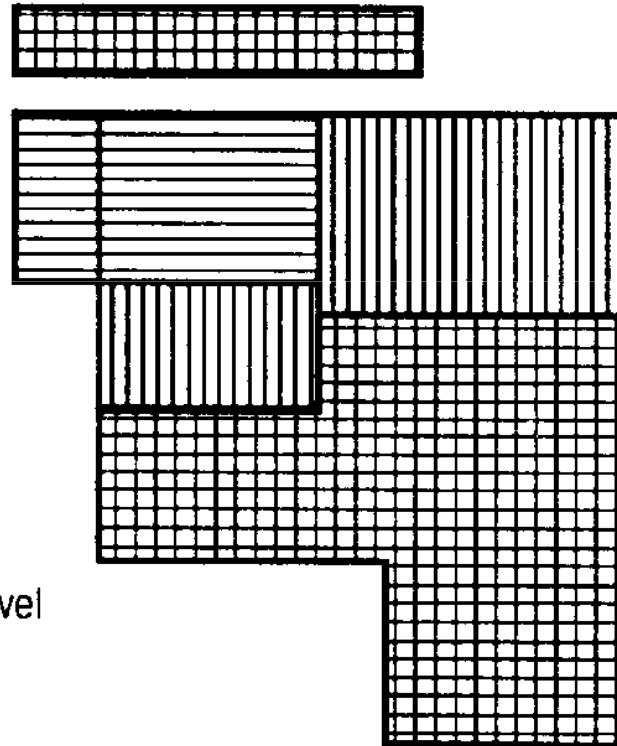
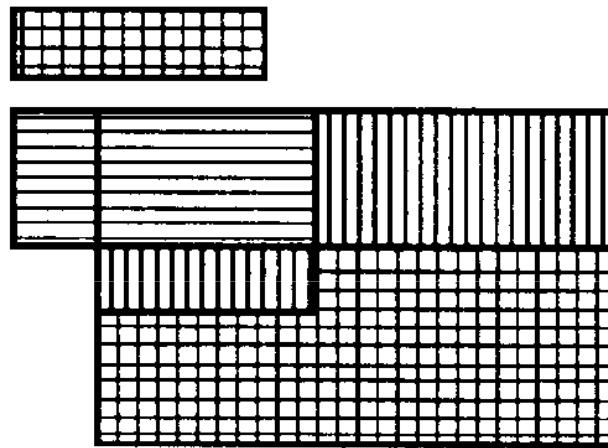
### **Tipo de Construção**





# Planejamento do terreno: mobilidade

## Mobilidade



Mudança Barata

Basicamente Imutável

Mudança Cara



## Planejamento do terreno: exemplo

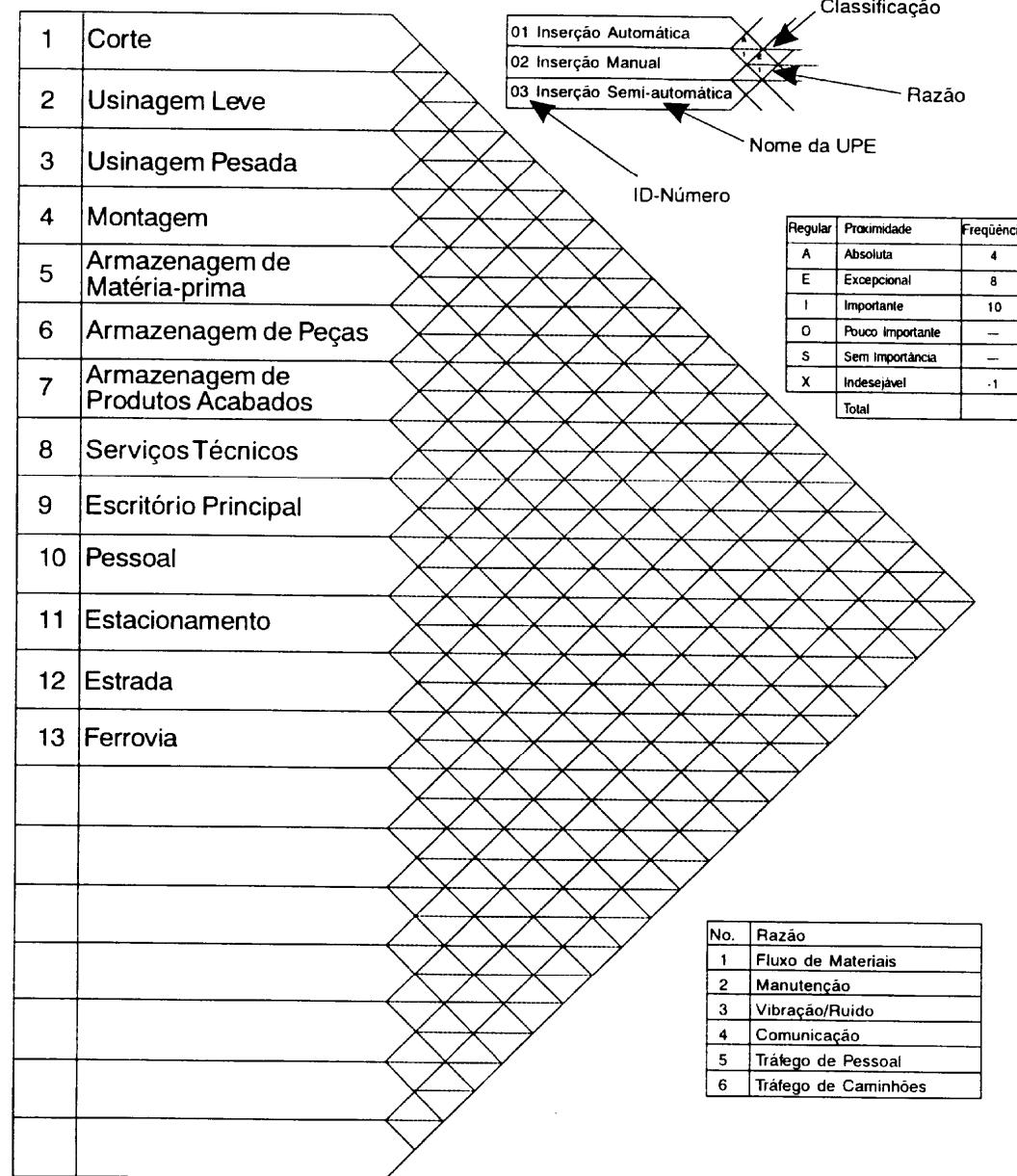
Resumo de UPes								
	Fase I	Fase II	Carga no Piso	Pé-direito (m)	Instalação Especial	Expansão	Flexibilidade	Tipo de Prédio
Corte	2300	2000	Normal	12	Guindaste	Pequena	Moderada	Pesado
Usinagem Leve	2900	4000	Normal	6	Guindaste	Média	Moderada	Normal
Usinagem Pesada	1700	2300	Alta	12	Guindaste	Média	Baixa	Pesado
Montagem	3500	5200	Normal	6		Grande	Alta	Normal
Armazenagem de Matéria-prima	2600	3500	Alta	12	Guindaste	Média	Alta	Pesado
Armazenagem de Peças	1100	1700	Normal	6		Pequena	Alta	Normal
Armazenagem de Produtos Acabados	4600	6900	Normal	6		Grande	Alta	Normal
Assistência Técnica	400	600	Varia	Varia	Utilidades	Muito Pequena	Baixa	Especial
Escritório	1200	2400	Leve	3		Média	Moderada	Vários Andares
Instalações de Pessoal	800	1700	Leve	3		Média	Moderada	Vários Andares
	21100	30300						

*Necessidade de ampliações*

*Facilidade para ampliações*

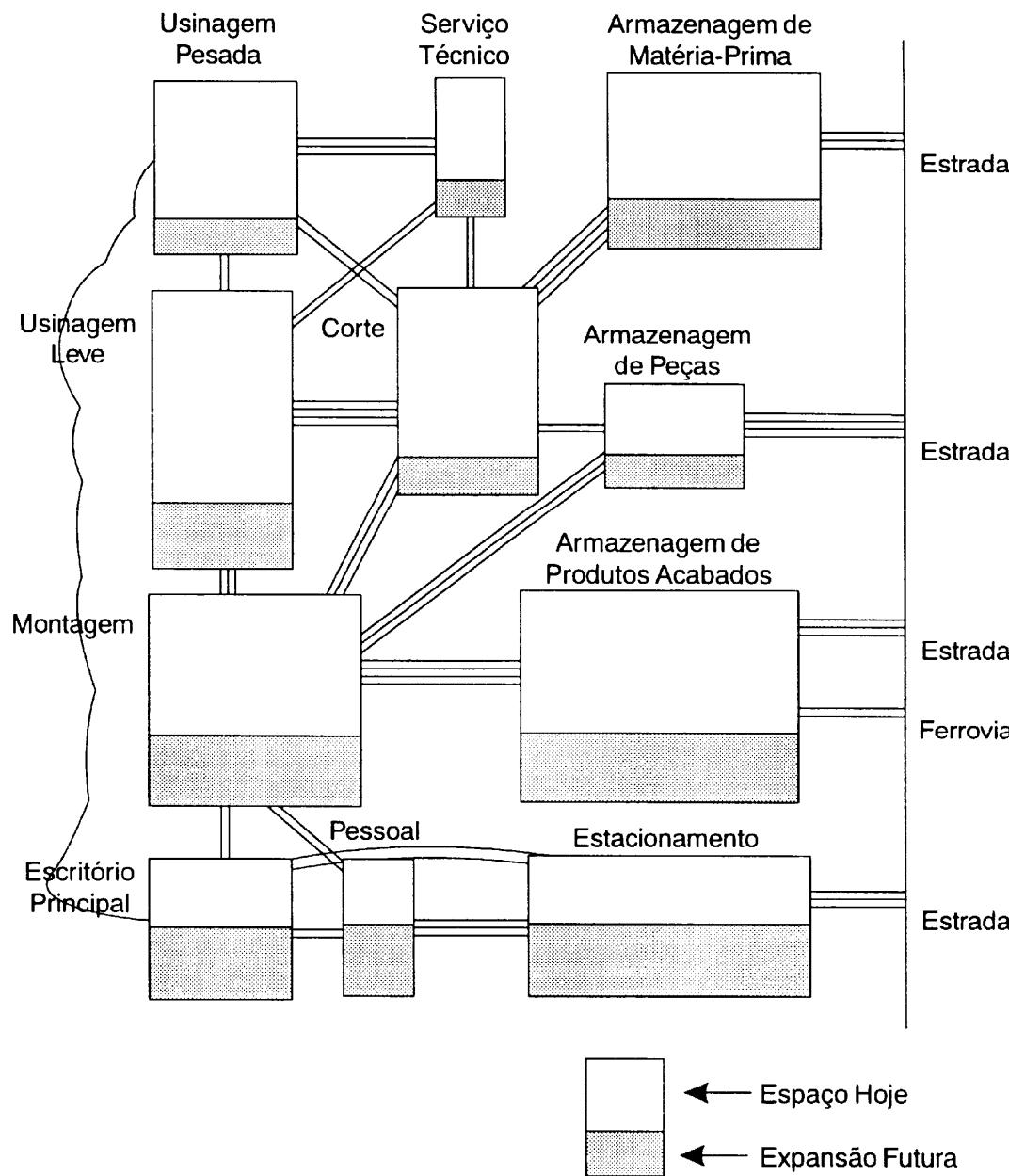


# Planejamento do terreno: exemplo.



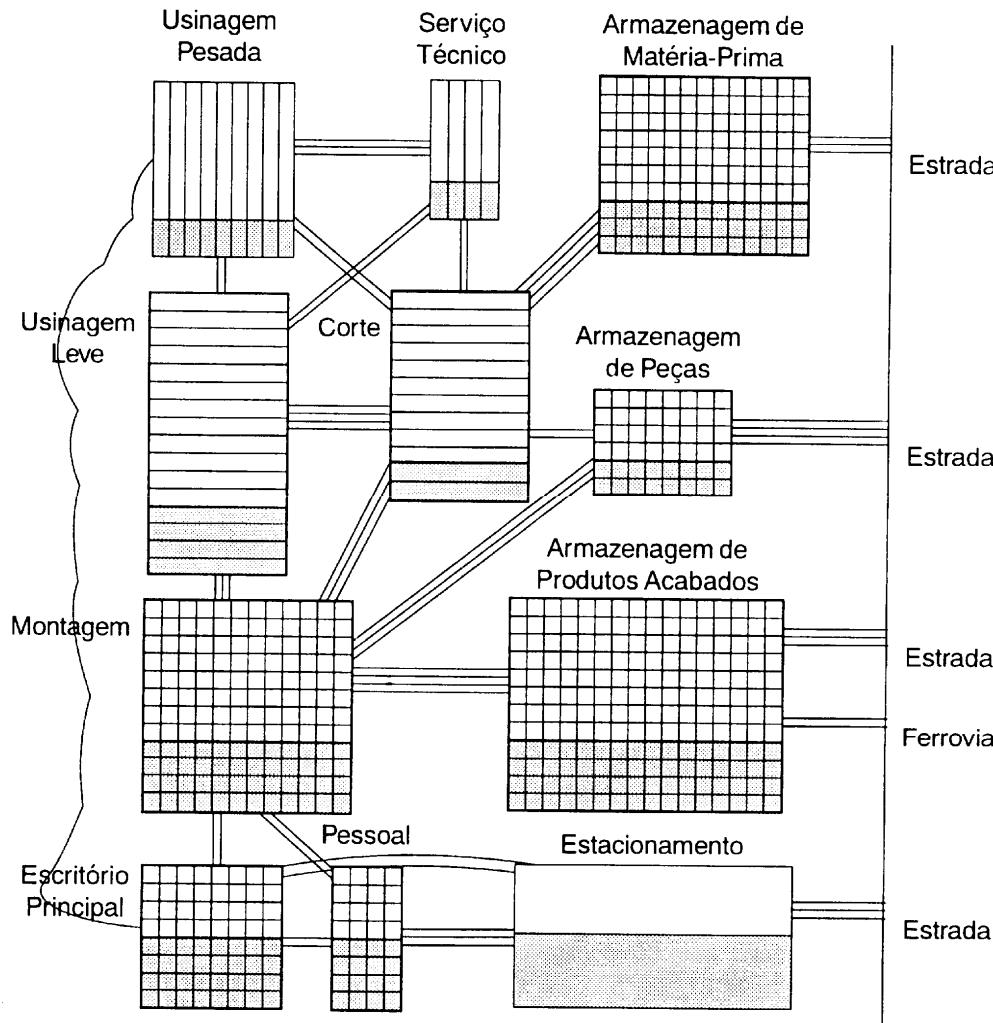


# Planejamento do terreno: exemplo





# Planejamento do terreno: exemplo



Mudança  
Barata



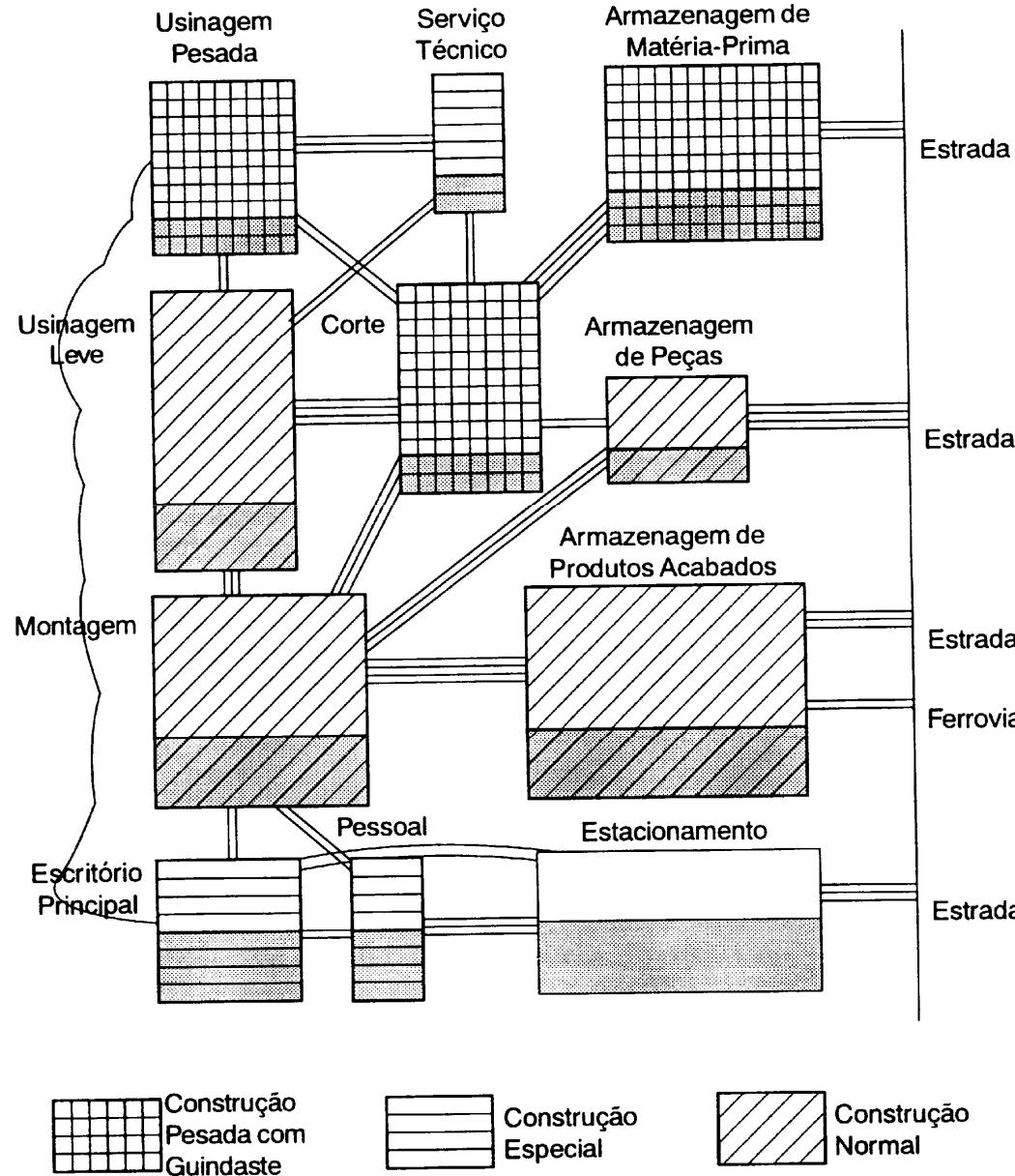
Mudança  
Cara



Basicamente  
Imutável



# Planejamento do terreno: exemplo





## Técnicas de localização

- 1. Matriz de preferência**
- 2. Método de carga - distância**
- 3. Centro de gravidade**
- 4. Ponto de equilíbrio**

*Essas técnicas são válidas para qualquer nível do planejamento das instalações*



## Matriz de preferência

- Para unir fatores qualitativos com os quantitativos, alguns gerentes designam um peso para cada fator, lhe atribuem uma importância relativa e calculam o peso final de cada local, usando uma matriz de preferência
- O que é importante em uma situação pode ser menos ou não importante em outra



## **Matriz de preferência: etapas para aplicação**

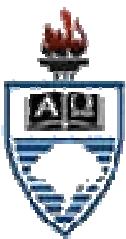
- 1) Identificar critérios que possam ser usados para avaliar as diversas localizações**
- 2) definir importância relativa de cada critério e atribuir fatores de ponderação (pesos) para cada um deles**
- 3) Avaliar cada localização segundo cada critério**
  - A escala de pontuação é arbitrária. Pode-se utilizar uma escala de 0 a 100, onde 0 representa a pior pontuação possível e 100, a melhor; ou pode-se atribuir pesos de 0 a 10, sobre um total de 10, entre outros.



## Matriz de preferência

### Exemplo 1:

- ❑ Uma empresa que imprime e faz materiais de embalagens especiais para a indústria química decidiu construir uma nova fábrica no Ceará para oferecer um serviço rápido aos clientes da região
- ❑ Para escolher o local, decidiu avaliar todas as alternativas em relação a diversos critérios



## Matriz de preferência - Exemplo

Critérios	Ponderação da importância	Pontuação		
		A	B	C
Custo do local	4	80	65	60
Impostos locais	2	20	50	80
Disponibilidade de mão-de-obra	1	80	60	40
Acesso a auto-estradas	1	50	60	40
Acesso a aeroporto	1	20	60	70
Potencial para expansão	1	75	40	55
Pontuação ponderada total	-	585	580	605



## Variações da matriz de preferência

**Modo 1:** classificar os fatores de acordo com: 2 – melhor e 1 – bom (OK)

Fator	Importância	A	B
economia	0,30	2	1
confiabilidade	0,25	2	1
preco	0,45	1	2
Pontuação ponderada total	-	1,55	1,45

Neste caso Maria escolheria o carro A.

**Modo 2:** utilizar taxas, com o maior valor de cada fator no denominador e designando valores negativos para os fatores que são indesejados.

Fator	Importância	A	B
Economia (+)	0,30	(15/15)	(10/15)
Confiabilidade (+)	0,25	2/2	1/2
Preco (-)	0,45	(20/20)	(14/20)
Pontuação ponderada total	-	0,10	0,01

Novamente Maria escolheria o carro A.



## **Método de carga - distância**

- Considera fatores quantitativos
- Diversos fatores de localização estão relacionados diretamente com a distância:
  - proximidade dos mercados, distância média dos clientes alvo, proximidade dos fornecedores, proximidade das fontes de matéria-prima e proximidade a outras instalações da companhia



## Método de carga - distância

- Uma vez calculada a distância, deve-se minimizar o produto entre carga e distância a ser transportada
- Isso significa que o objetivo é selecionar um local onde as grandes cargas (ou as viagens mais freqüentes) percorram as menores distâncias



## Método de carga - distância

$$\square CD = \sum ci \cdot di$$

CD = escore carga-distância

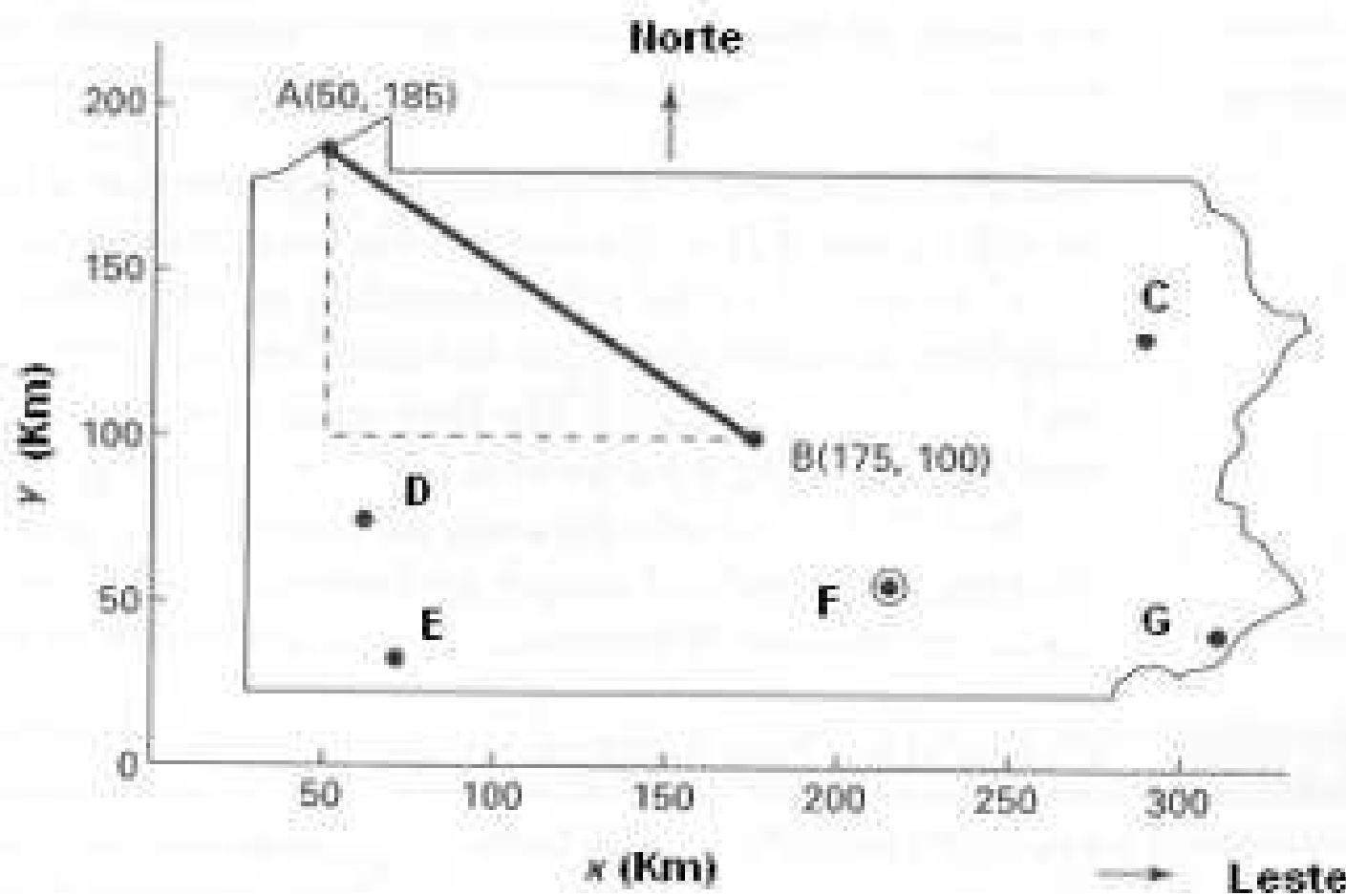
ci = carga (em toneladas ou número de viagens) transportada entre a instalação sendo locada e a instalação i

di = distância entre a instalação sendo locada e a instalação i

- A distância entre dois pontos é expressa pela determinação de um ponto de coordenadas no mapa
- Distância Euclidiana:  $d_{AB} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$
- Distância Retilínea:  $d_{AB} = |x_A - x_B| + |y_A - y_B|$



## Método de carga - distância



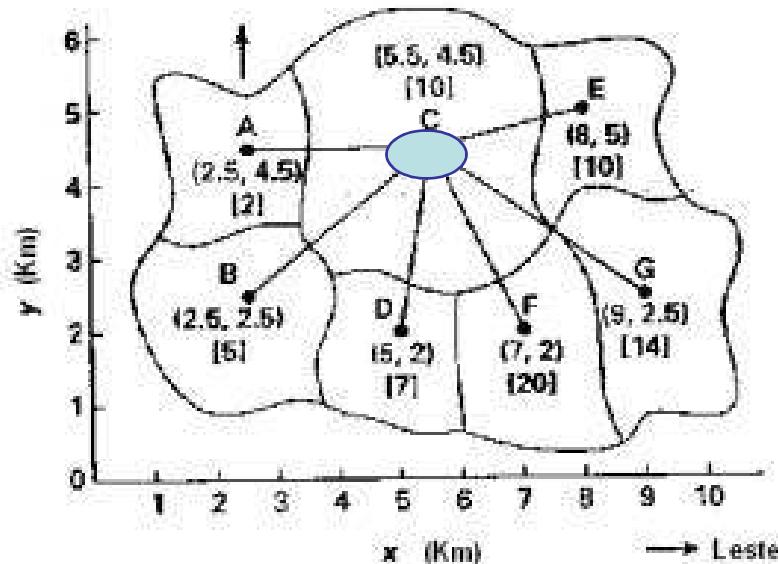
As distâncias entre as duas cidades para o exemplo podem ser calculadas do seguinte modo:

- Determine as coordenadas das duas cidades: A: (50, 185) e B: (175, 100)
- Determine a distância Euclidiana: 151,16
- Determine a distância retilínea: 210
- Determine qual das duas distâncias será utilizada para calcular a distância ao outros pontos.

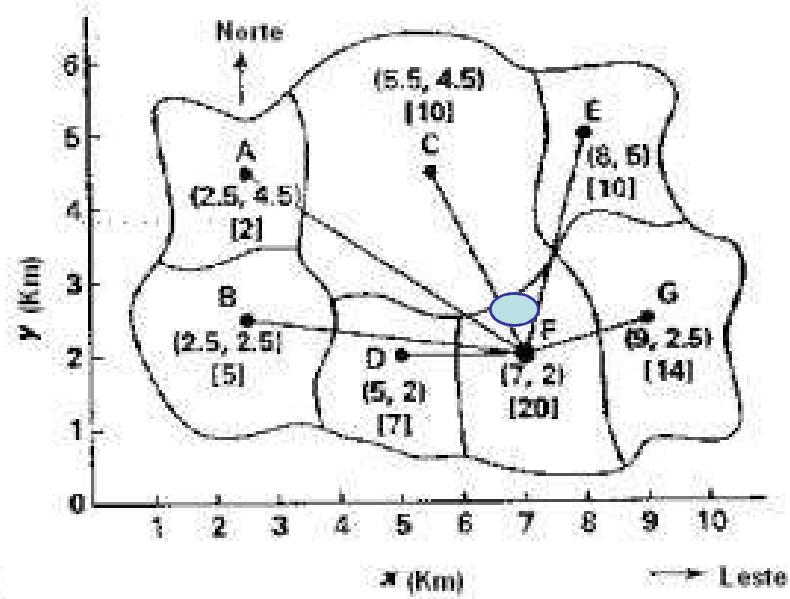


## Exemplo

□ Um hospital será construído na região do mapa abaixo, sendo que existem 7 bairros potenciais, onde a população projetada está em milhares. Numa análise prévia, foram escolhidos os pontos C e F como candidatos. Sendo o número de pessoas residentes tomado como carga e usando distância retilínea, qual destes dois pontos é o melhor em termos de carga distância?



(a) Localizar em  $(5.5, 4.5)$



(b) Localizar em  $(7, 2)$



## Método de carga distância - Exemplo

**C**

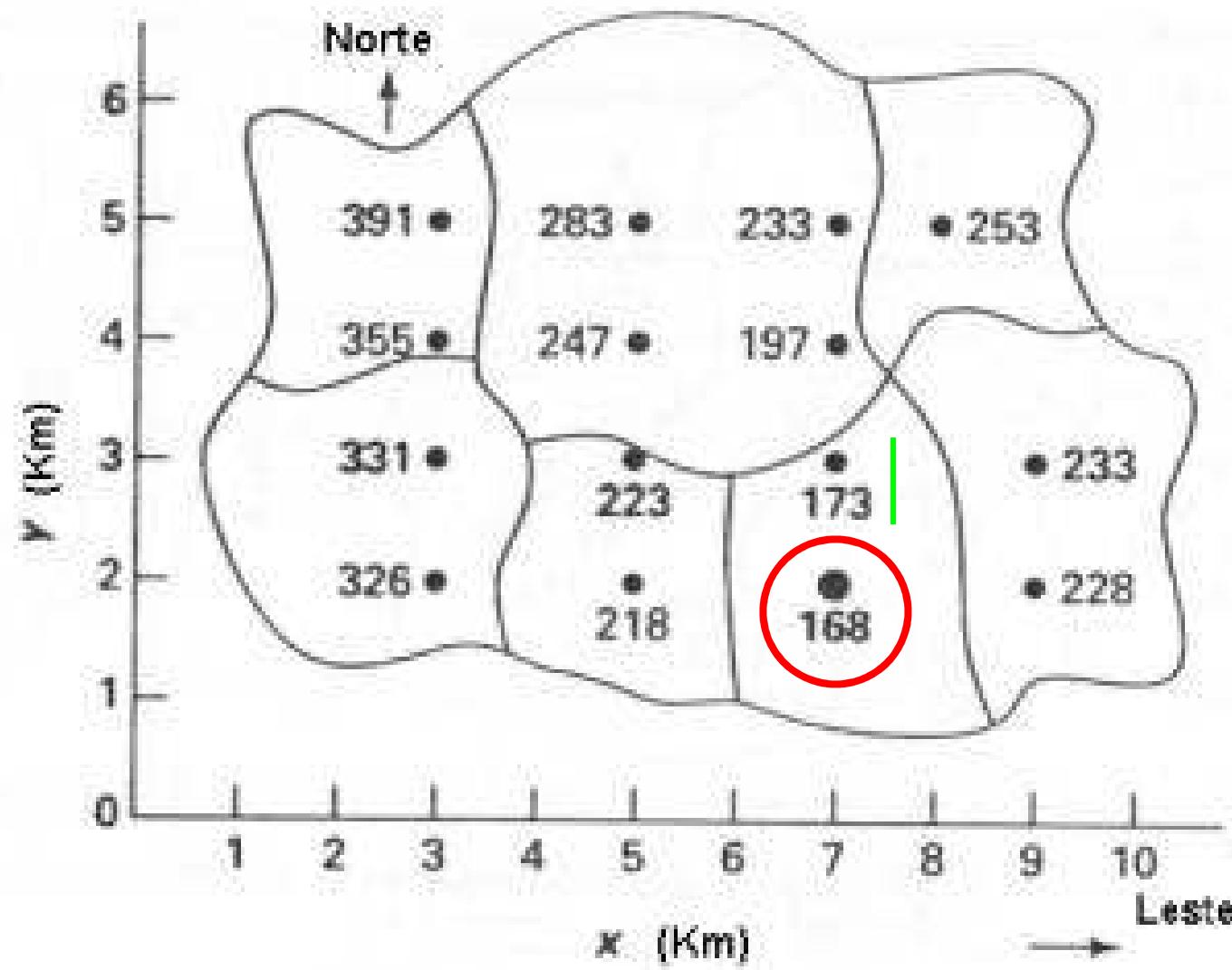
**F**

BAIRRO (x, y)	POPULAÇÃO (I)	LOCALIZAÇÃO (5,5, 4,5)		LOCALIZAÇÃO (7, 2)	
		DISTÂNCIA (d)	Id	DISTÂNCIA (d)	Id
A (2,5, 4,5)	2	3 + 0 = 3	6	4,5 + 2,5 = 7	14
B (2,5, 2,5)	5	3 + 2 = 5	25	4,5 + 0,5 = 5	25
C (5,5, 4,5)	10	0 + 0 = 0	0	1,5 + 2,5 = 4	40
D (5, 2)	7	0,5 + 2,5 = 3	21	2 + 0 = 2	14
E (8, 5)	10	2,5 + 0,5 = 3	30	1 + 3 = 4	40
F (7, 2)	20	1,5 + 2,5 = 4	80	0 + 0 = 0	0
G (9, 2,5)	14	3,5 + 2 = 5,5	<u>77</u> Total	2 + 0,5 = 2,5	<u>25</u> Total
			739		168





## Método de carga – distância: Exemplo





## Centro de gravidade

- ❑ Indica o ponto de partida para um estudo do melhor local, a partir do qual podem ser calculados os escores carga-distância em várias regiões vizinhas
- ❑ Às vezes o centro de gravidade vai ser de fato o local com o menor escore
- ❑ Método usado para encontrar uma localização que minimize os custos de transporte



## Centro de gravidade

- ❑ A melhor localização, em uma analogia física, seria o centro de gravidade ponderado de todos os pontos de e para onde os bens são transportados
- ❑ Geralmente a localização do centro de gravidade não é o ponto ótimo para a distância Euclidiana ou retilínea, mas é um ponto de partida

$$x_g = \frac{\sum_i x_i l_i}{\sum_i l_i}$$

$$y_g = \frac{\sum_i y_i l_i}{\sum_i l_i}$$



## Centro de gravidade – exemplo do hospital

BAIRRO	(x, y)	(I)	POPULAÇÃO		N
			Ix	Iy	
A	(2.5, 4.5)	2	5	9	
B	(2.5, 2.5)	5	12.5	12.5	
C	(5.5, 4.5)	10	55	45	
D	(5, 2)	7	35	14	
E	(8, 5)	10	80	50	
F	(7, 2)	20	140	40	
G	(9, 2.5)	14	126	35	
Totals		68	453.5	205.5	

$$x^* = \frac{453.5}{68} = 6.67$$

$$y^* = \frac{205.5}{68} = 3.02$$



## Centro de gravidade - Exemplo





## Ponto de Equilíbrio

- Compara alternativas de local com base no fator custos totais
  - Auxilia a definir a faixa em que cada alternativa é melhor
- Os passos para a solução gráfica e algébrica são os seguintes:
  1. Determinar custos fixos e variáveis para cada local
  2. Plotar linhas de custo total para todos os locais no mesmo gráfico
  3. Identificar faixas em que cada localização tem o menor custo
  4. Resolver algebricamente pelo ponto de equilíbrio as faixas mais relevantes



## Ponto de Equilíbrio - Exemplo

A pesquisa de um local para as novas instalações convergiu para quatro comunidades. Os custos fixos anuais (impostos de propriedade, seguros, terreno e construções) e os custos variáveis (mão-de-obra, materiais, transportes) são os seguintes:

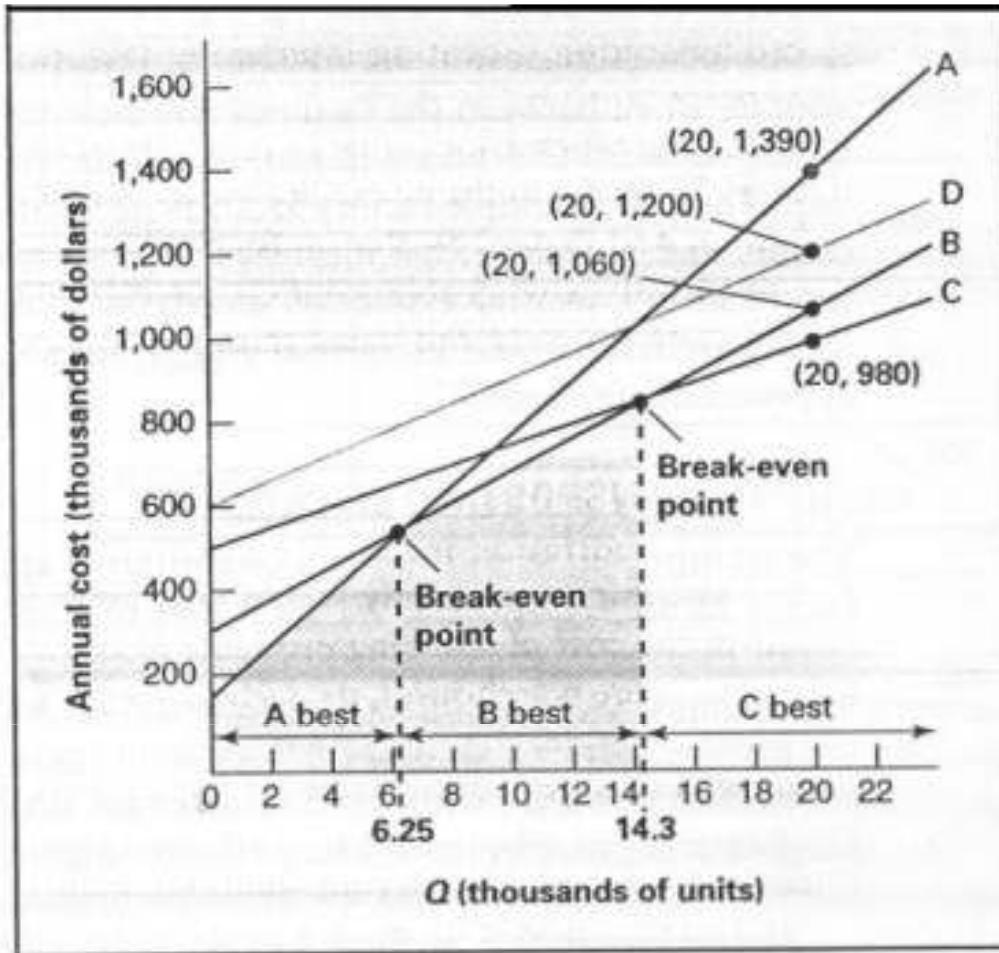
Comunidade	Custos fixos /ano	Custos variáveis/unidade
1	\$ 150.000	\$ 62,00
2	\$ 300.000	\$ 38,00
3	\$ 500.000	\$ 24,00
4	\$ 600.000	\$ 30,00

- a) Plote a curva dos custos totais para todas as comunidades;
- b) Identifique as faixas em que cada comunidade proporciona o menor custo;
- c) Se a expectativa de demanda é de 20.000 unidades/ano, qual a melhor localização?



## Ponto de Equilíbrio - Exemplo

Comunidade	Custos fixos/ano	Custos variáveis (custo var/unidade)(no de unidades)	Custo total
1	\$150.000,00	$62,00 \times 20.000 = \$1.240.000,00$	\$1.390.000,00
2	\$300.000,00	$38,00 \times 20.000 = \$760.000,00$	\$1.060.000,00
3	\$500.000,00	$24,00 \times 20.000 = \$480.000,00$	\$980.000,00
4	\$600.000,00	$30,00 \times 20.000 = \$600.000,00$	\$1.200.000,00



(A)

(B)

$$\$150,000 + \$62Q = \$300,000 + \$38Q$$

$$Q = 6,250 \text{ units}$$

(B)

(C)

$$\$300,000 + \$38Q = \$500,000 + \$24Q$$

$$Q = 14,286 \text{ units}$$