



## ***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**



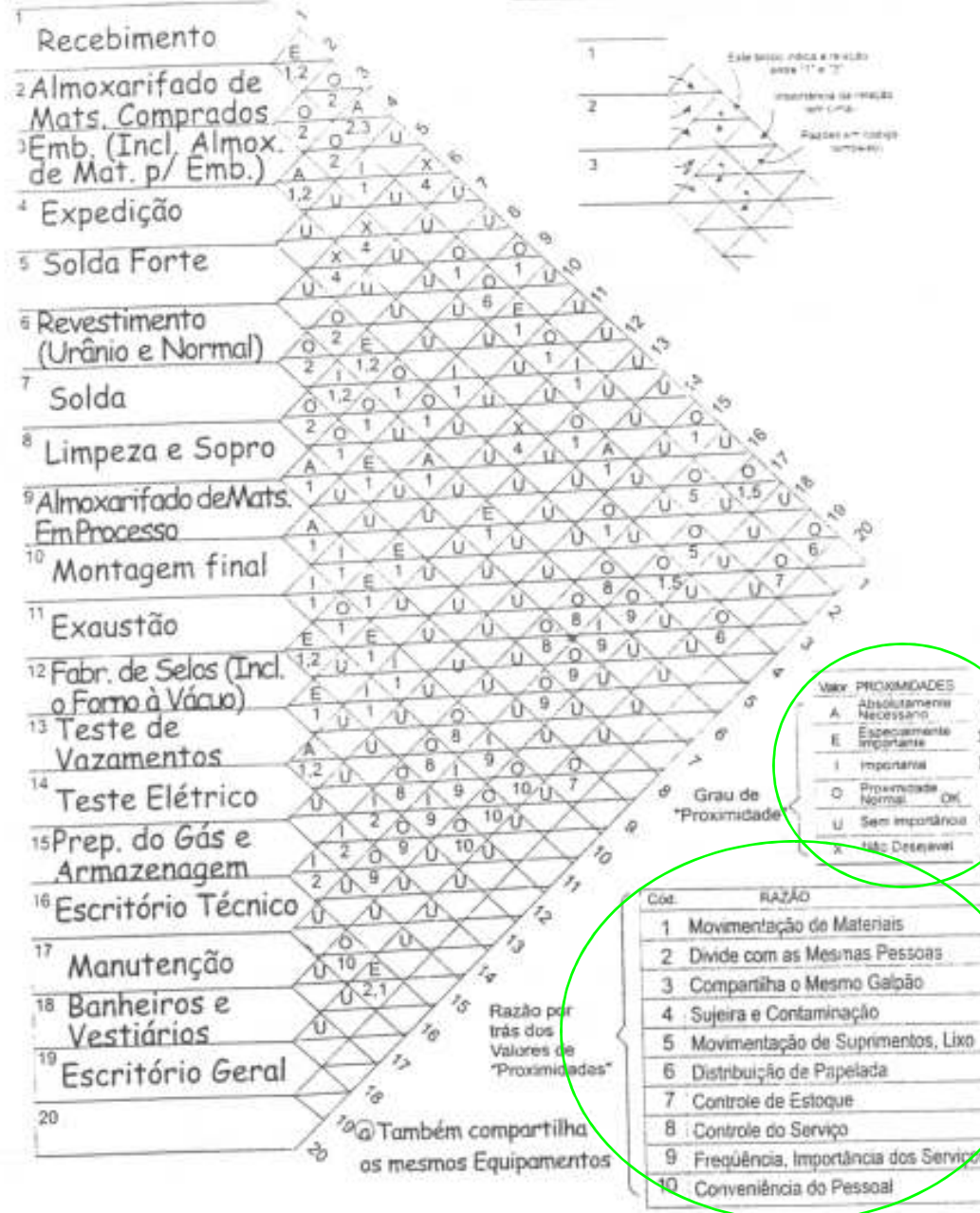
## **1. Apresentar o diagrama de relações**

- ☐ 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

Para Electro Labs Projeto Redistribuição  
Feito por SR. Com W.F. Jr.  
Data 3-6 Folha 1 de 1  
Referência Estudo e Discussão do Fluxo





## **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

Atividade			Características Físicas Necessárias										MID - CONTINENT		
Nº.	Nome	Área em Mtr qdr	Altura livre	Carga Máxima Admissível no Teto	Carga Máx. do Piso	Espaço Mínimo da Coluna	Água e Drenos	Vapor	Ar Comprimido	Fundações ou Pócos	Perigo de Incêndio ou Explosão	Ventilação Especial	Eletificação Especial	Planta <u>CHEMICAL COMPANY</u> Projeto <u>NOVO ALMOX. MANUT.</u> Por <u>N.D.</u> Com <u>8-5</u> Pag <u>1</u> de <u>1</u> Data <u>8-5</u>	
														Requisitos Necessários para a Forma ou Configuração da Área (Espaço)	
			Anote a Unidade e a Quantidade Necessária de Cada Um		Importância Relativa das Características								Anote os Requisitos Necessários para a Forma ou Configuração e Consequentemente as Razões		
			Total												
		3925	Metros												
1.	Armaz. de Conexão	550	12	250			-	-	-	-	-	-	-		
2.	Armaz. de Vávulas	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.															

Pg. 18

Referências e observações

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

Nº

Atividade

Endereço

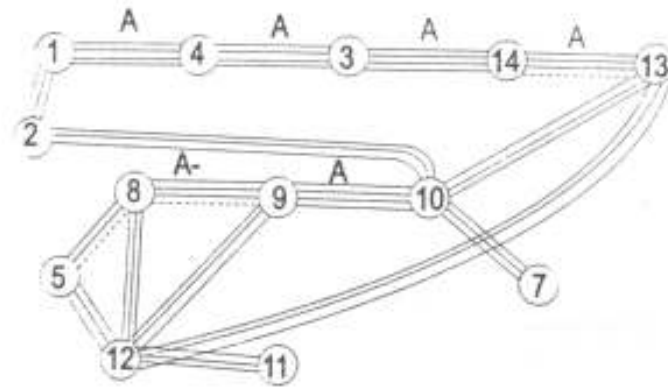
Data



### **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**

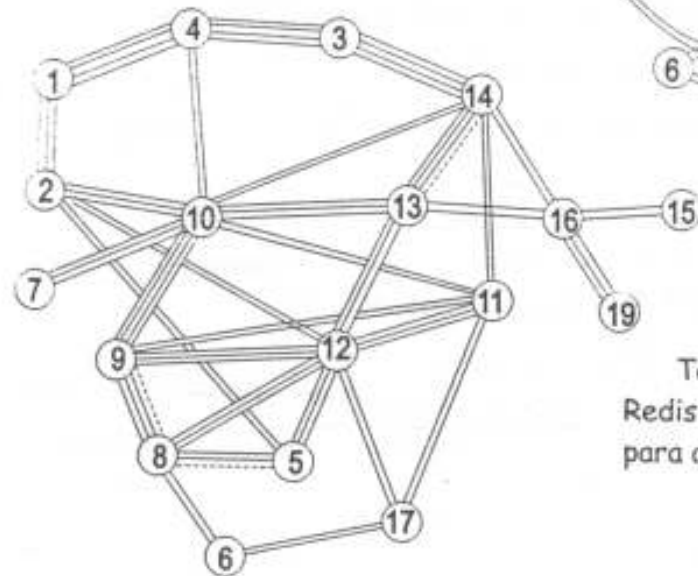
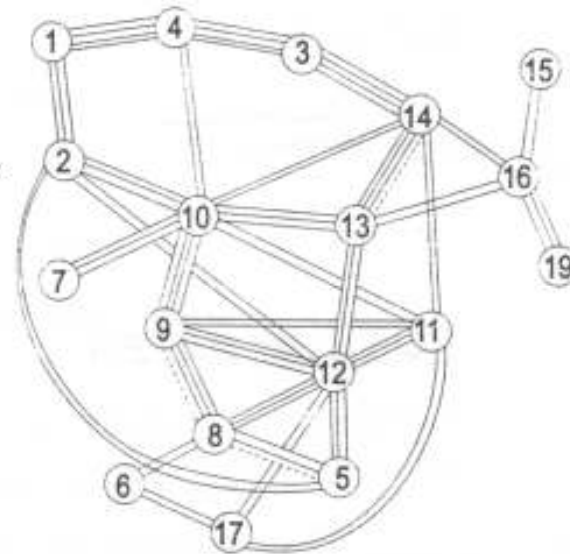




Primeiro diagrama -  
6 A's e 11 E's

16 = 19

Segundo diagrama -  
Redistribuição, adição dos 14 I's



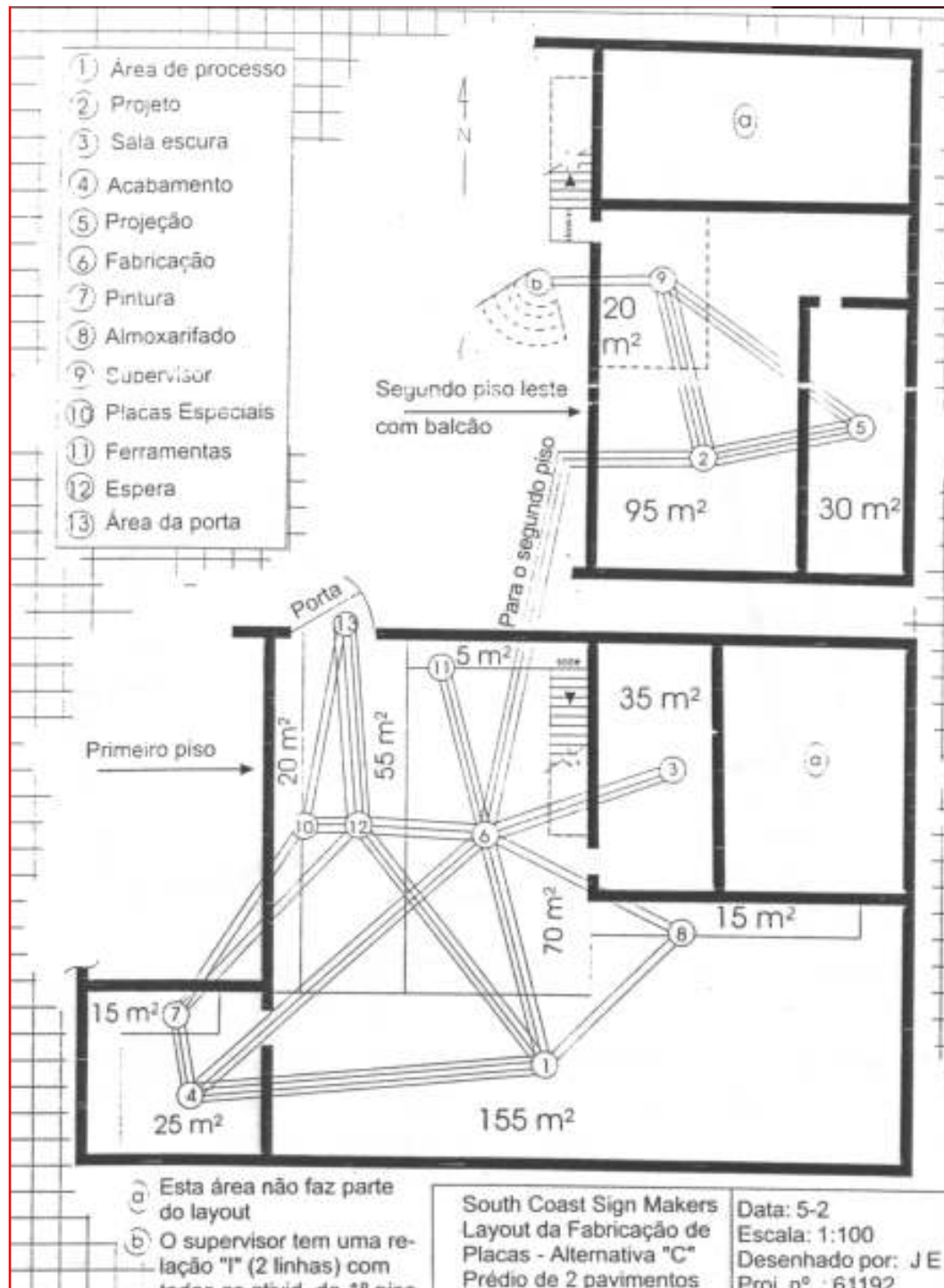
Terceiro diagrama -  
Redistribuição preparatória  
para adição dos O's e X's



## **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

- a AGRUPAMENTO -  
b SERVIÇOS PERIFÉRICOS  
c RECEPÇÃO NA FRENTE -  
d SERVIÇOS ATRAS

- a AGRUPAMENTO - SERVIÇOS CENTRALIZADOS  
b LAYOUT EM "U" COM A SALA DE RECEPÇÃO  
c CENTRAL

Peso atrib. por J.R.T.

Classif. por L.S. e B.G.

Calculado por B.G.

FATOR/CONSIDERAÇÃO	WT	A	B	C	D	E	OBS.
1	8	E 24	O 8	I 16	E 24		
2 ADAPTABILIDADE E VERSATILIDADE	4	A 16	A 14	I 8	E 12		
3 EFICIÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO	8	E 24	E 24	I 16	I 16		
4 EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DOS ESPAÇOS	5	E 13	E 15	O 5	O 5		
5 VÍNCULO DOS SERVIÇOS DE SUPORTE	6	I 12	I 12	E 18	I 12		
6 FACILIDADE DE CONTROLE E SUPERVISÃO	10	O 10	E 30	I 15	I 20		
7 APARÊNCIA	3	I 6	E 9	A 12	E 9		
8 USO DAS CONDIÇÕES NATURAIS	2	A 8	I 4	E 6	O 2		
9 ADAPTA-SE COM A ESTRUTURA ORGANIZ. DA EMPRESA	5	E 15	I 10	I 10	I 10		
10 MELHOR PLANO PELO DINHEIRO INVESTIDO	8	A 32	E 24	I 16	E 20		
11							
12							
13							
14							
TOTAIS		160	150	122	130		

OBS.

A = QUASE PERFEITO (4), E = ESPECIALMENTE BOM (3)

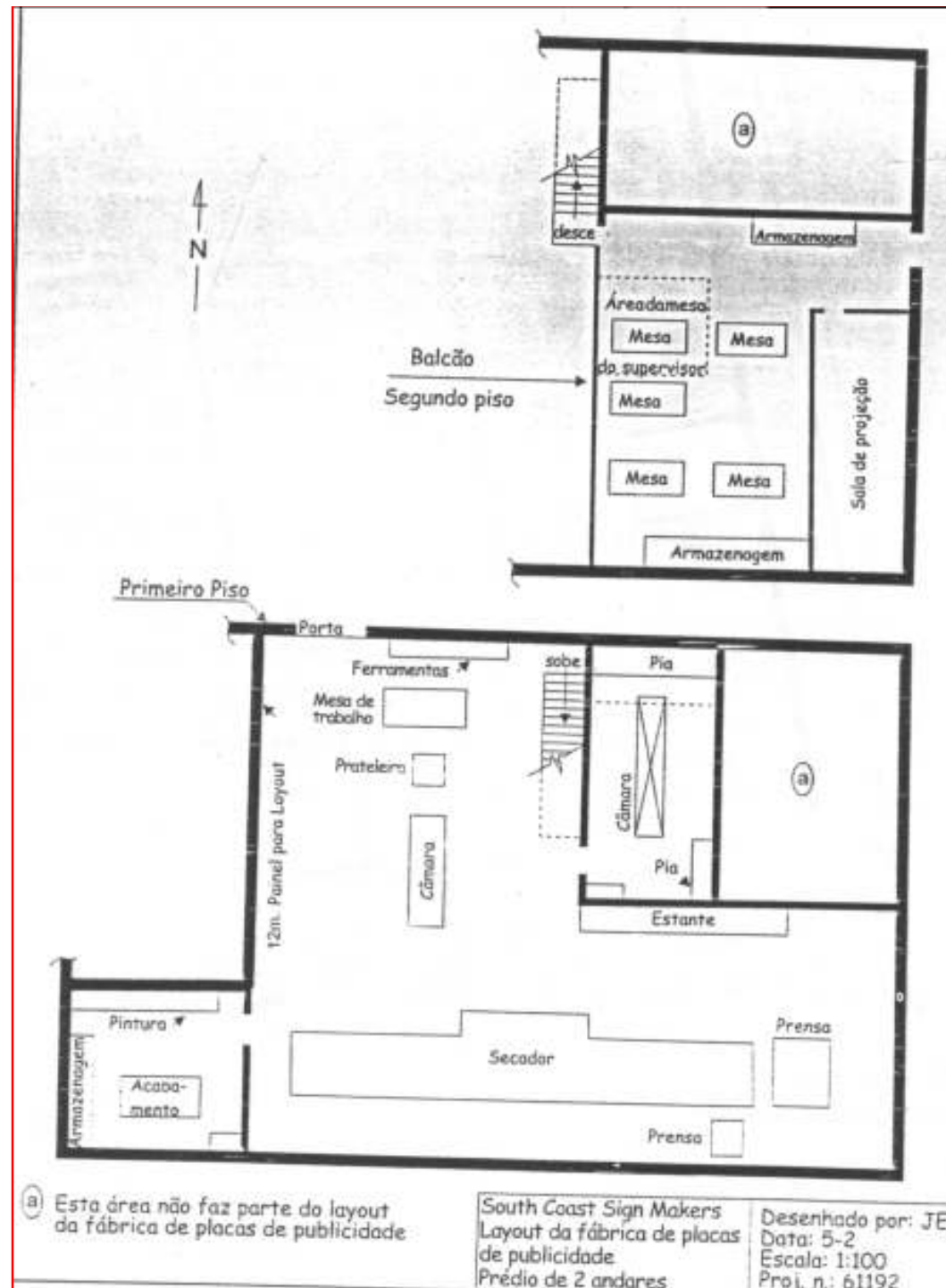
I = RESULTADOS IMPORTANTES (2), O = RESULTADOS NORMAIS (1)

U = RESULTADOS SEM IMPORTÂNCIA (0)




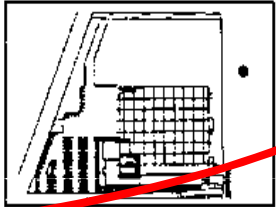
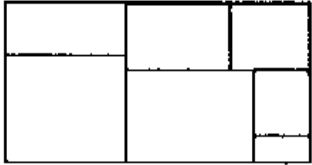
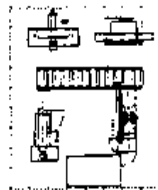

## **6. Detalhar o plano selecionado**

- ☐ **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**





# Planejamento e localização do lugar

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

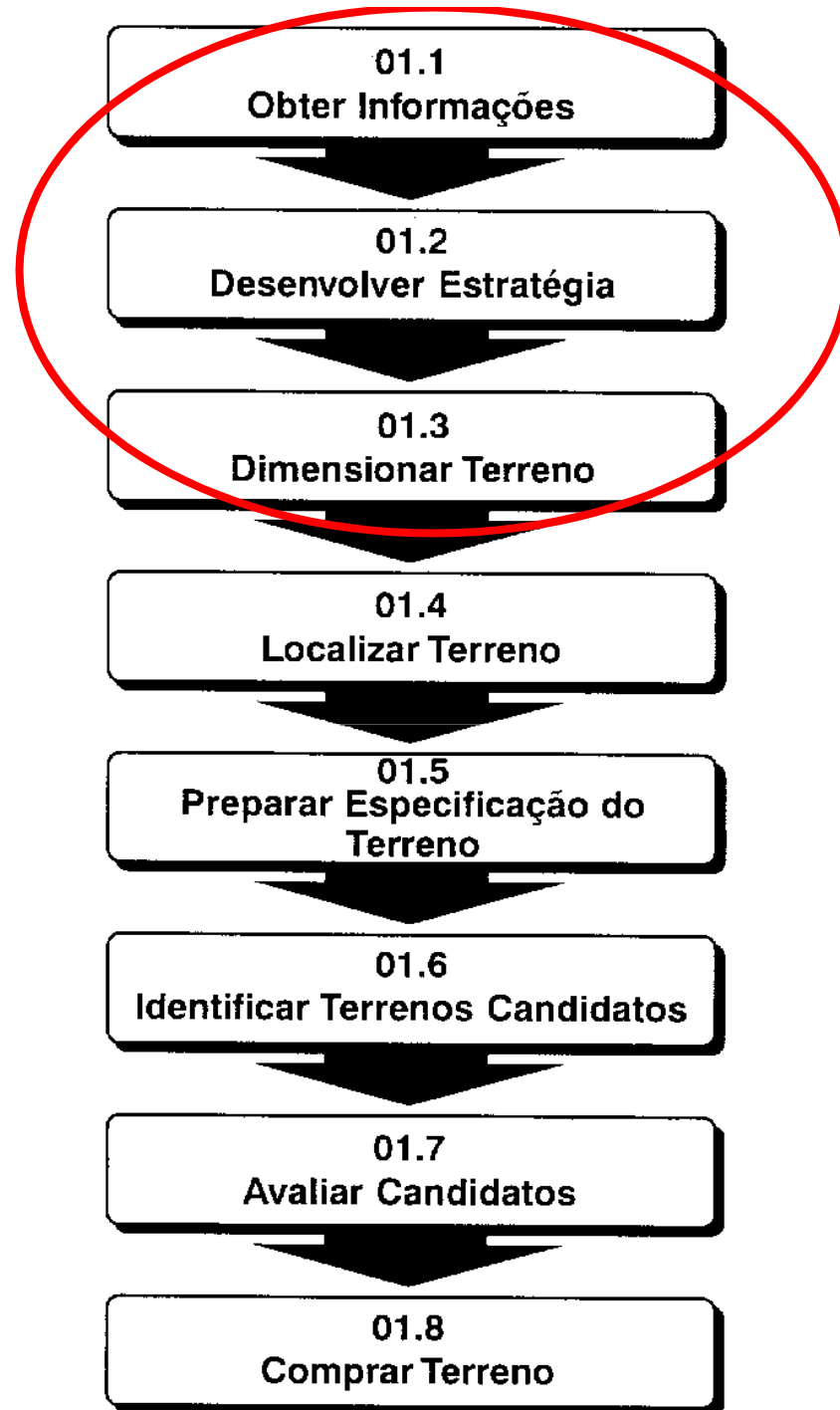
- ❑ No caso de grandes empreendimentos é comum o uso de consultorias especializadas**





**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 demanda 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, estacionamento, 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**

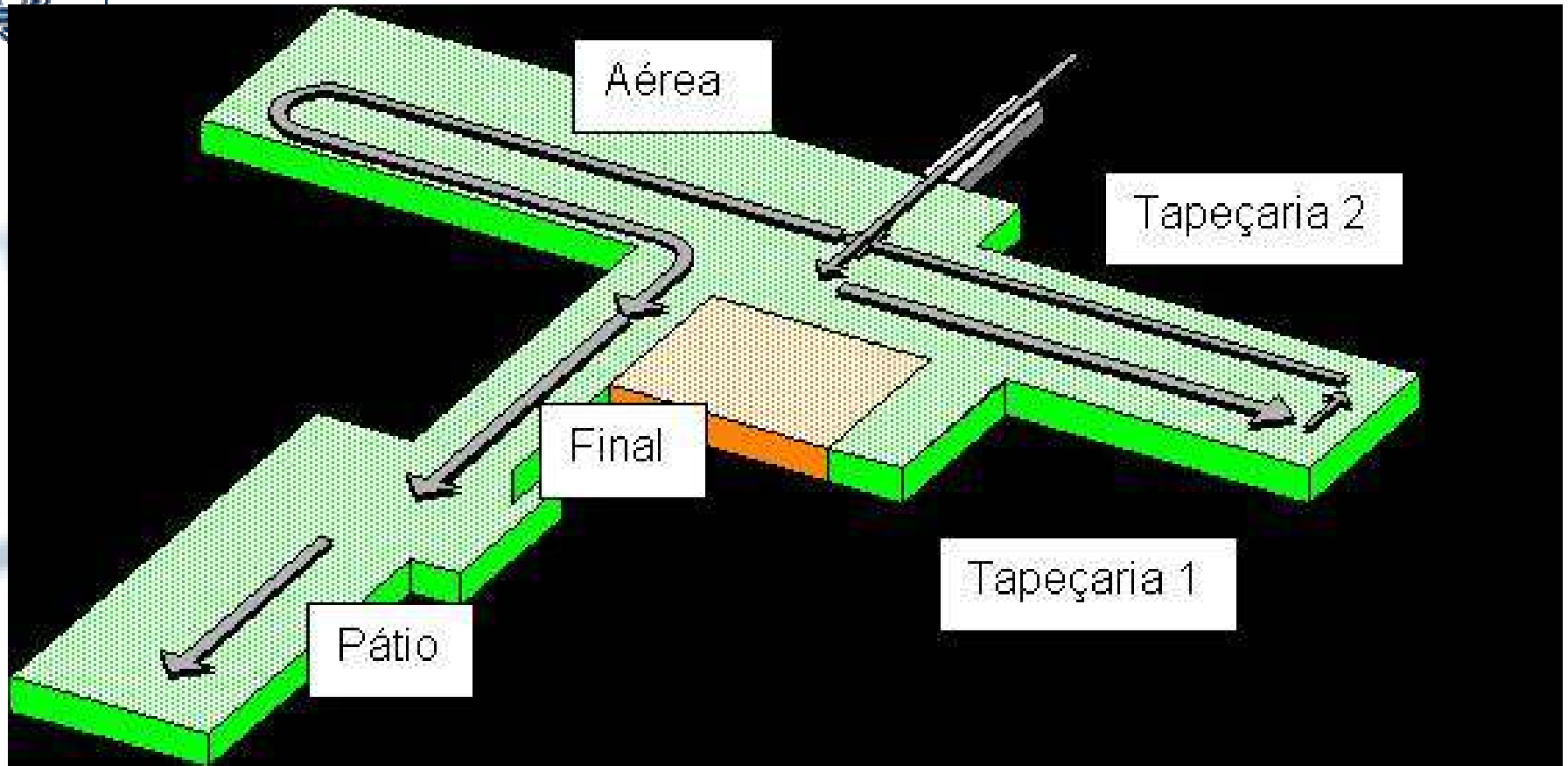
- ☐ Os elementos fundamentais do planejamento do espaço (UPE, espaço, afinidades e limitações) aplicam-se ao nível supra
  - ☐ Localização dos prédios no terreno
- ☐ Contudo, as afinidades são mais simples e está incluído o uso do espaço exterior
- ☐ O engenheiro de produção frequentemente posiciona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

# Complexo Industrial Automotivo de Gravataí





## Nível 2: exemplo GM

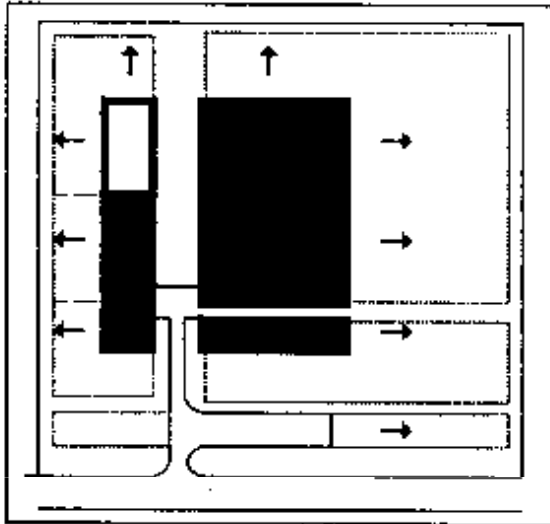






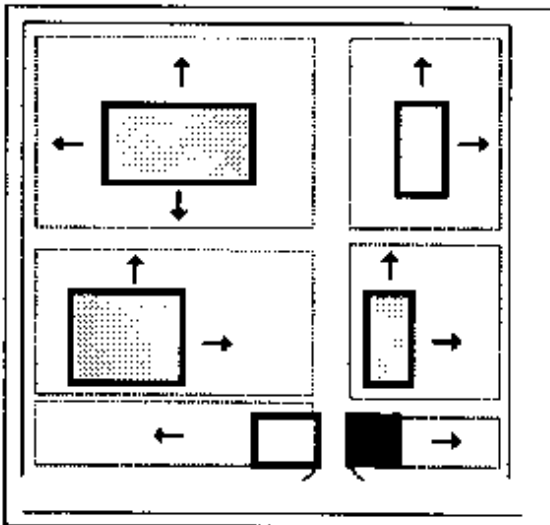


## **Alocação dos prédios no terreno**



### **Planejamento de Zonas**

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



### **Planejamento de Blocos**

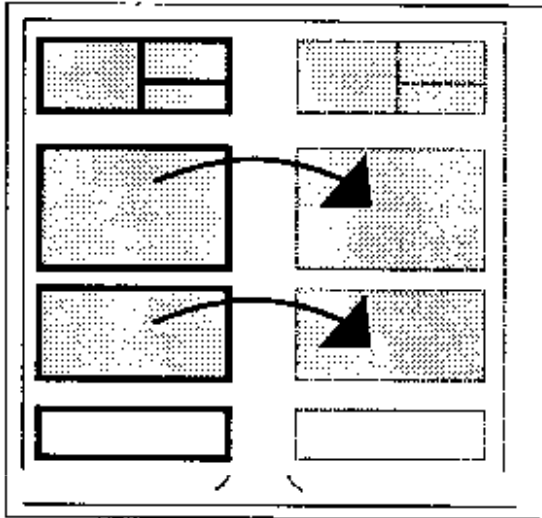
As áreas são bloqueadas por tipo de função ou espaço. Cada família é expandida dentro de um bloco determinado.

***Grandes distâncias entre as UPE***





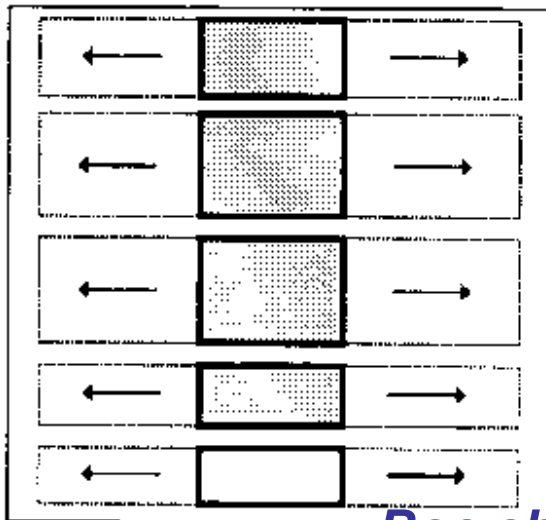
## **Alocação dos prédios no terreno**



### **Planejamento Duplicado**

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

***Aumento de capacidade em grandes incrementos***



### **Planejamento de Faixas**

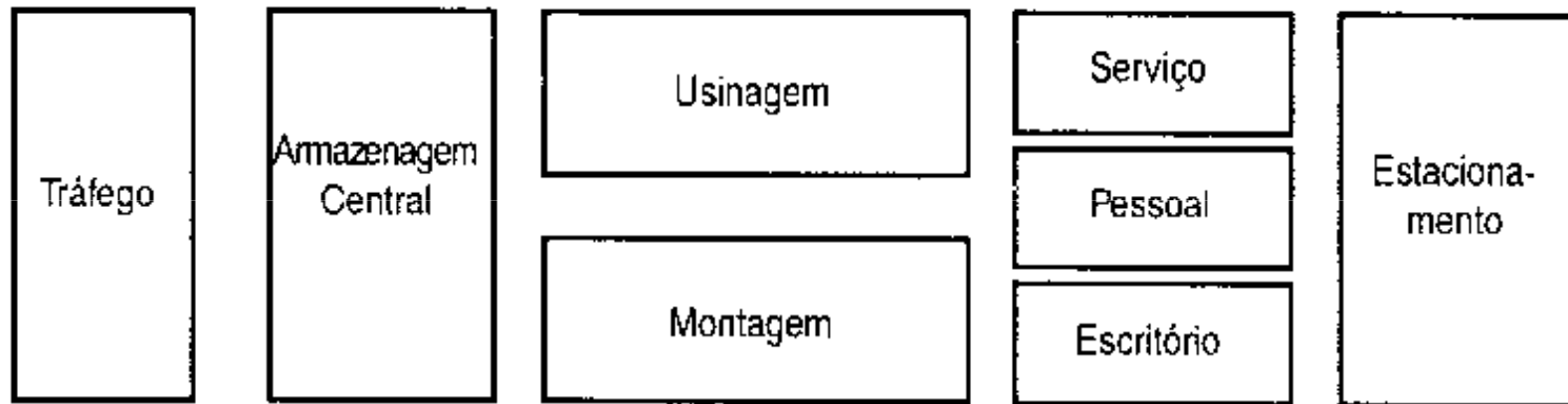
As áreas são reservadas em faixas que ocupam toda a instalação. Trata-se de um tipo especial de planejamento de zonas.

***Boa abordagem para processos simples, lineares***



## **Planejamento do terreno:** **identificar as UPE**

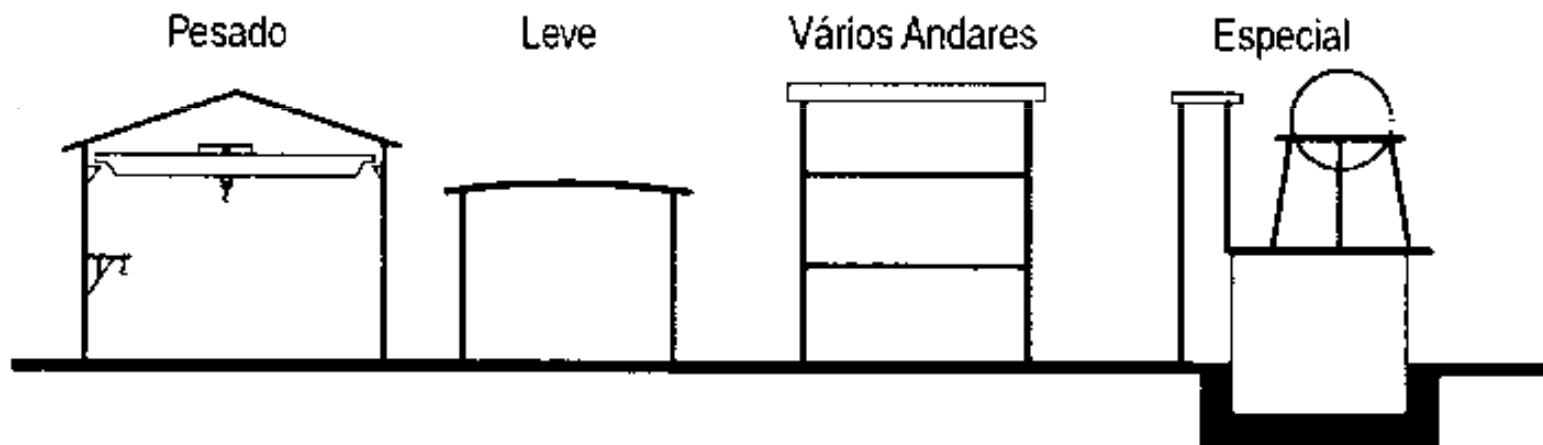
### **Por Função**





## *Planejamento do terreno:* *identificar as UPE*

### **Por Tipo de Prédio**





*Prédio de vários andares*





*Construção leve*

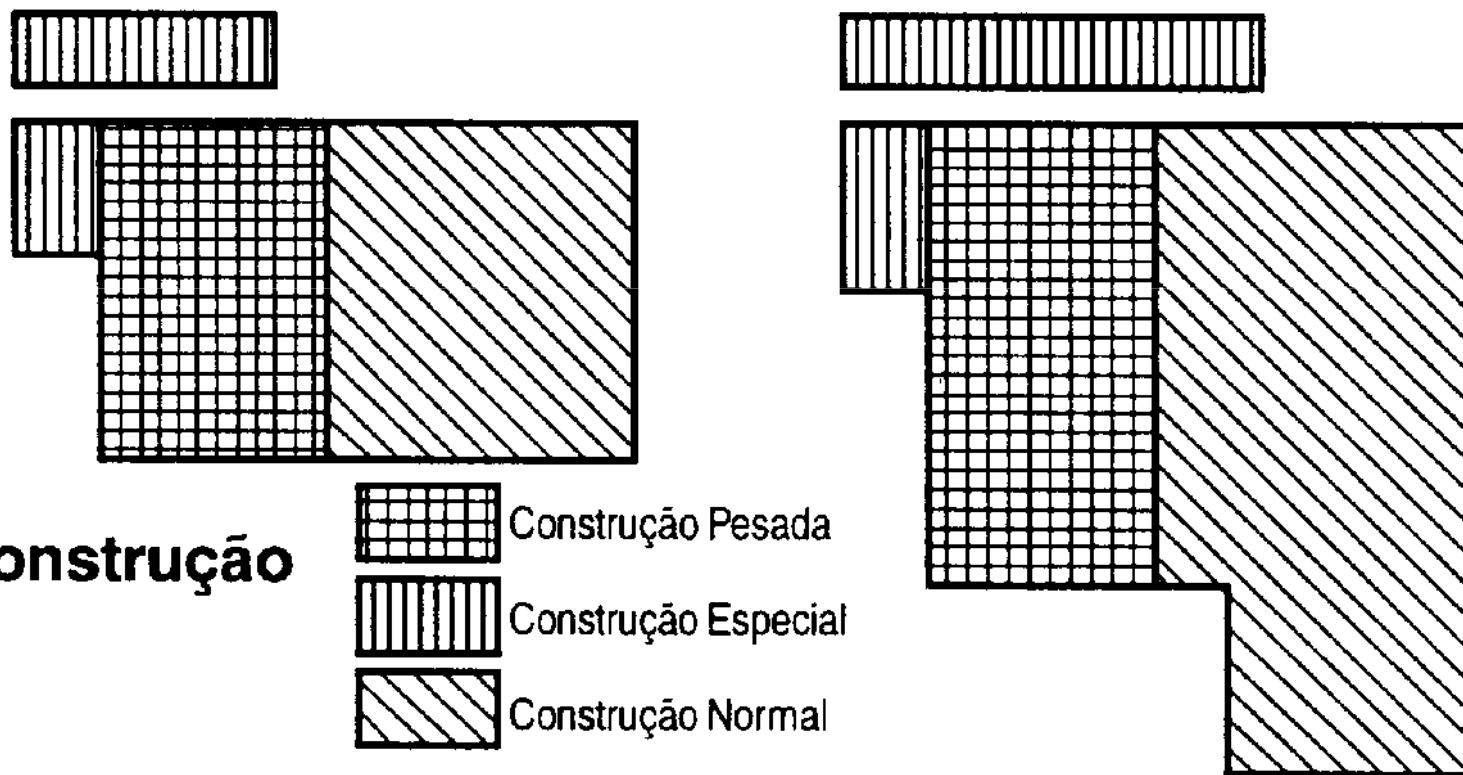
*Construção especial*







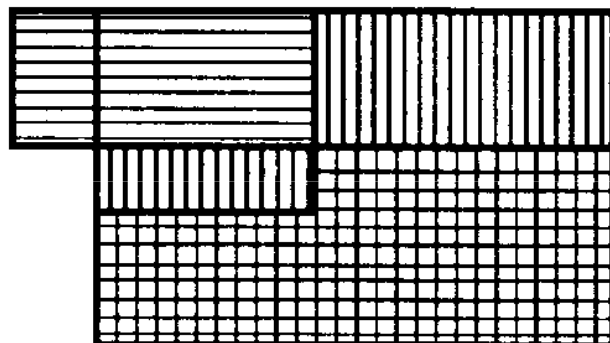
## Planejamento do terreno: tipo de prédio





## Planejamento do terreno: mobilidade

**Mobilidade**



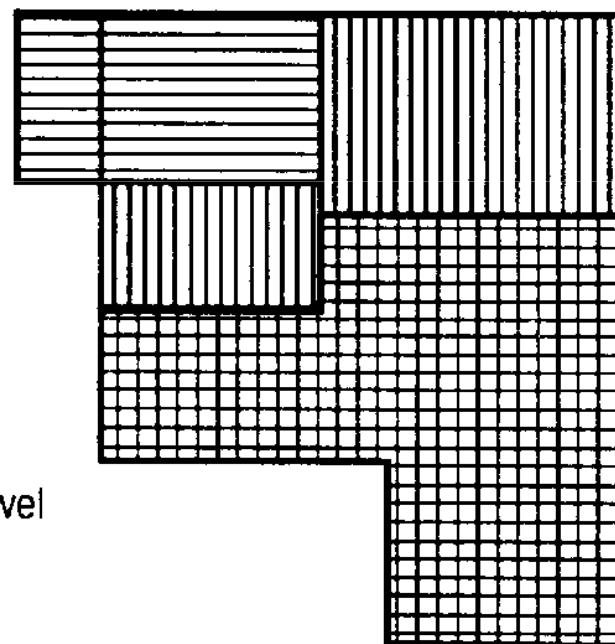
Mudança Barata



Basicamente Imutável



Mudança Cara







## Planejamento do terreno: exemplo

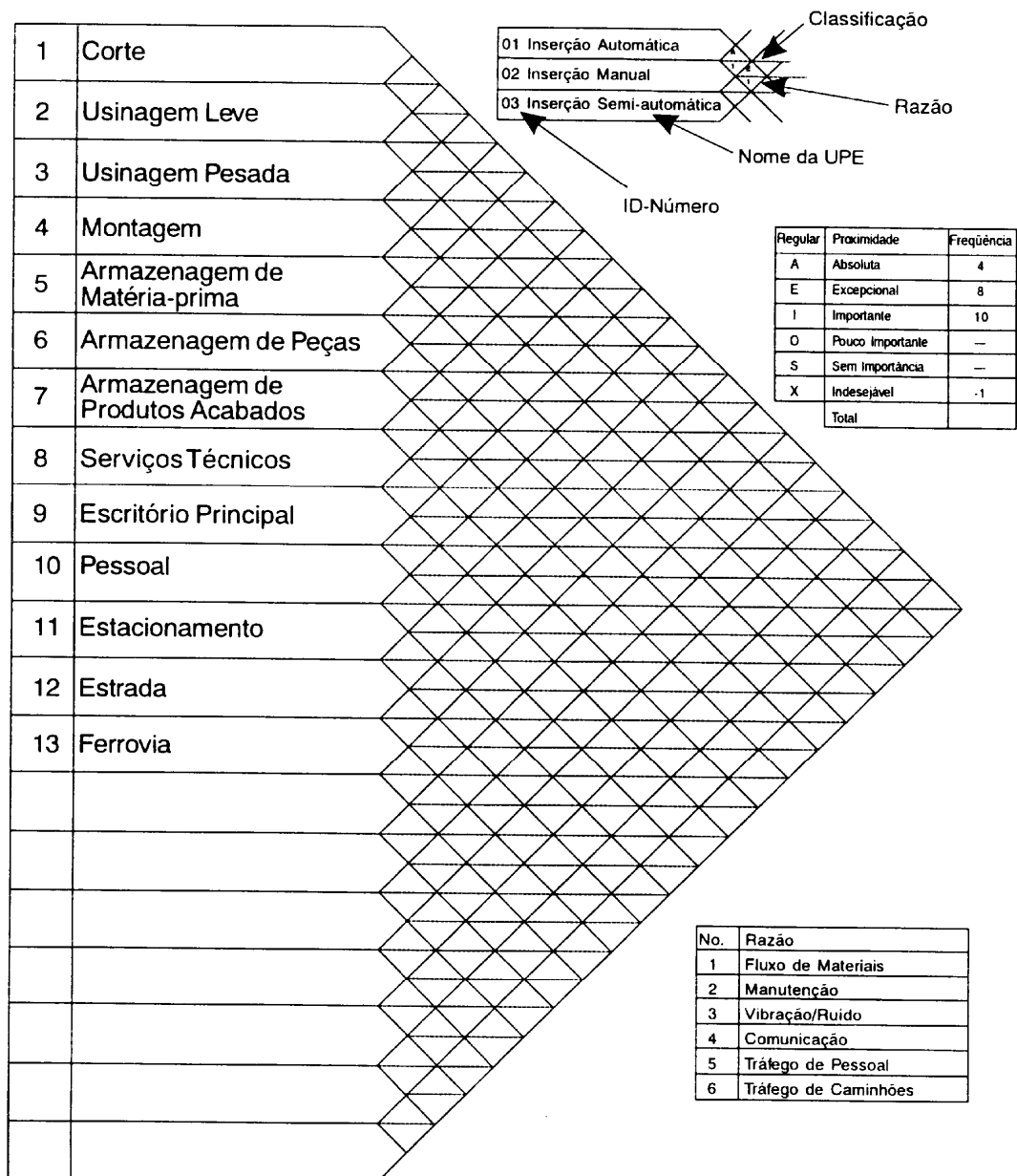
Resumo de UPEs								
	Fase I	Fase II	Carga no Piso	Pé-direito (m)	Instalação Especial	Expansão	Flexibilidade	Tipo de Prédio
Corte	2300	2000	Normal	12	Guindaste	Pequena	Moderada	Pesado
Usinagem Leve	2900	4000	Normal	6	Guindaste	Média	Moderada	Normal
Usinagem Pesada	1700	2300	Alta	12	Guindaste	Média	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*

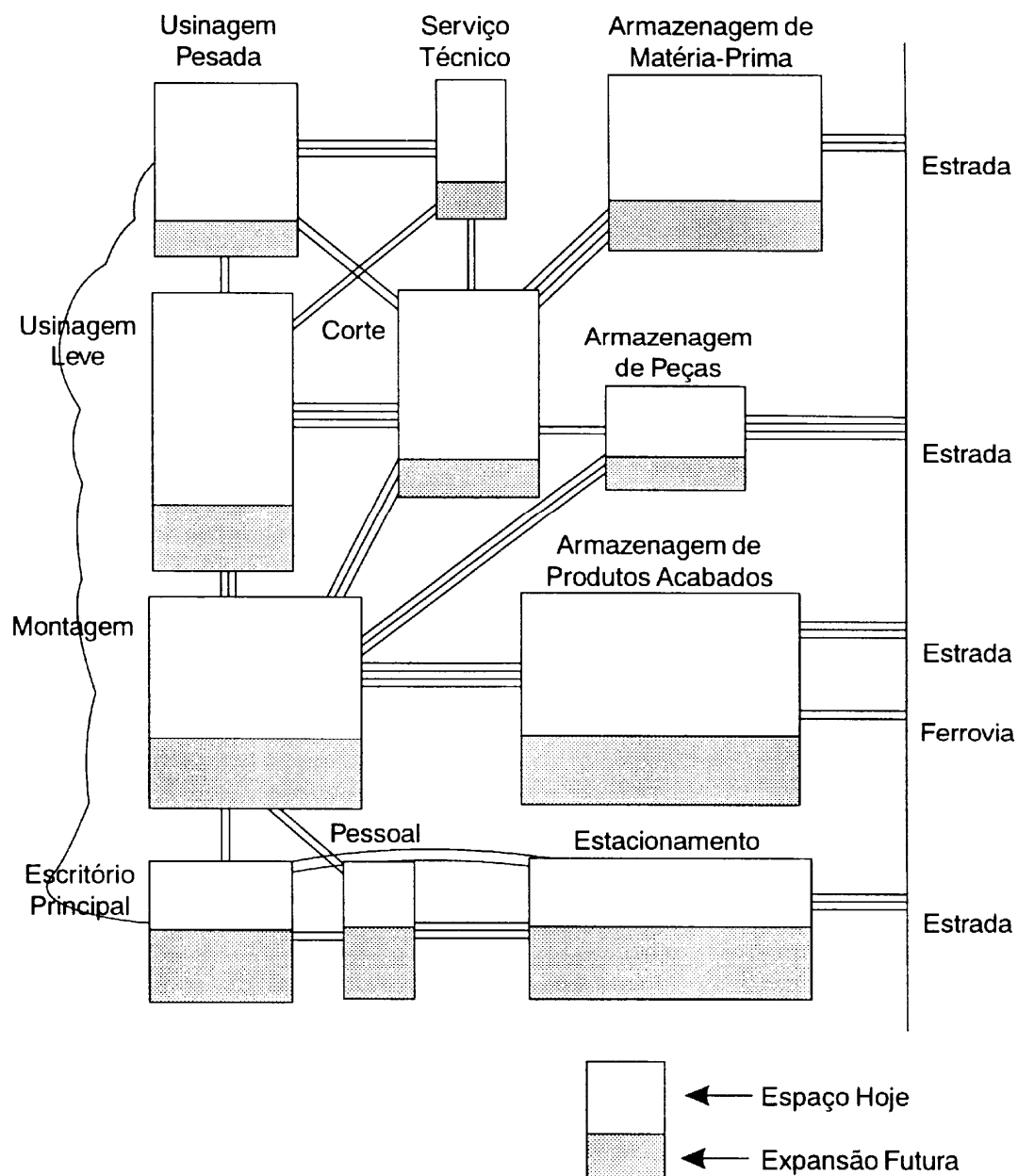


# Planejamento do terreno: exemplo.



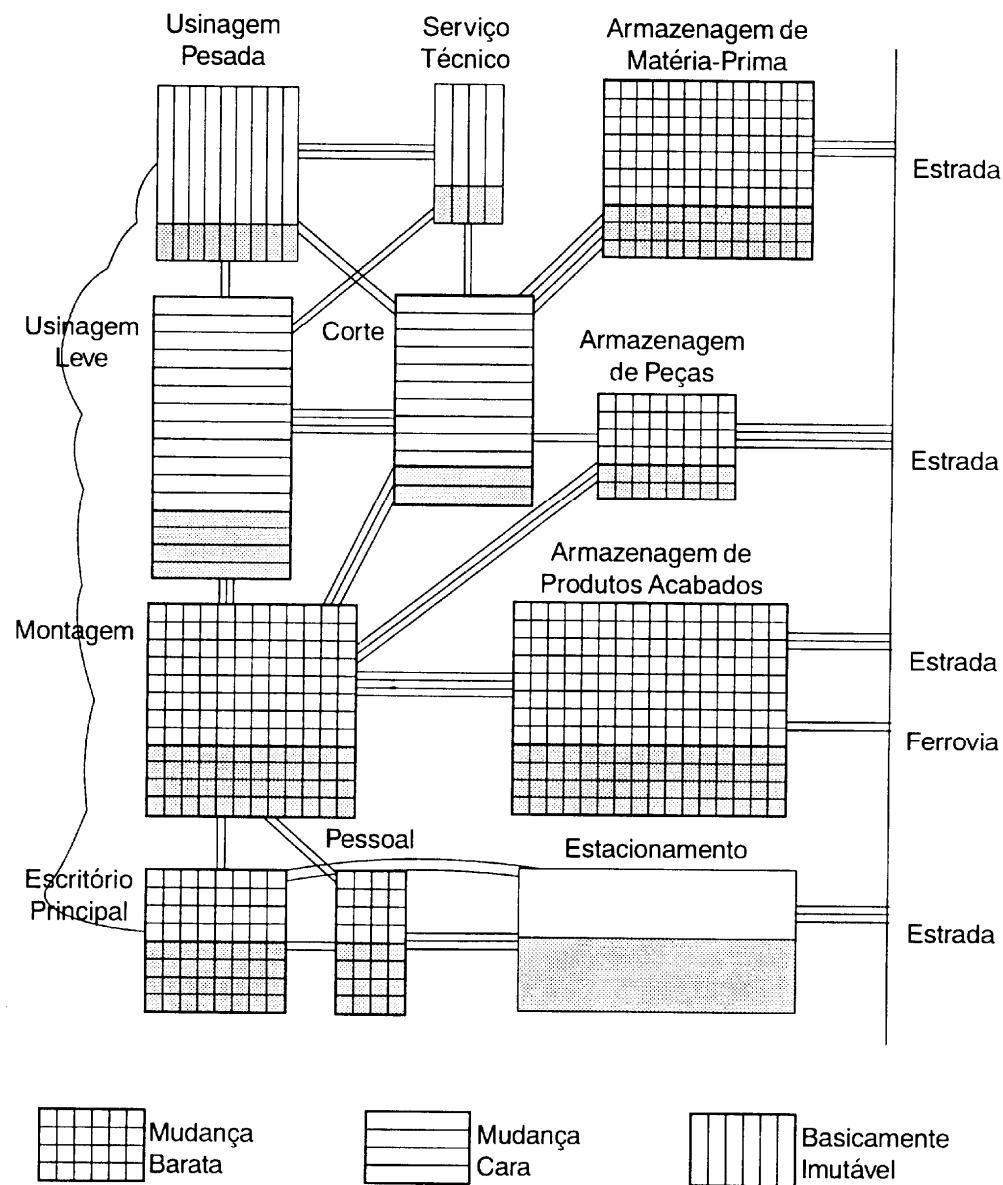


## Planejamento do terreno: exemplo



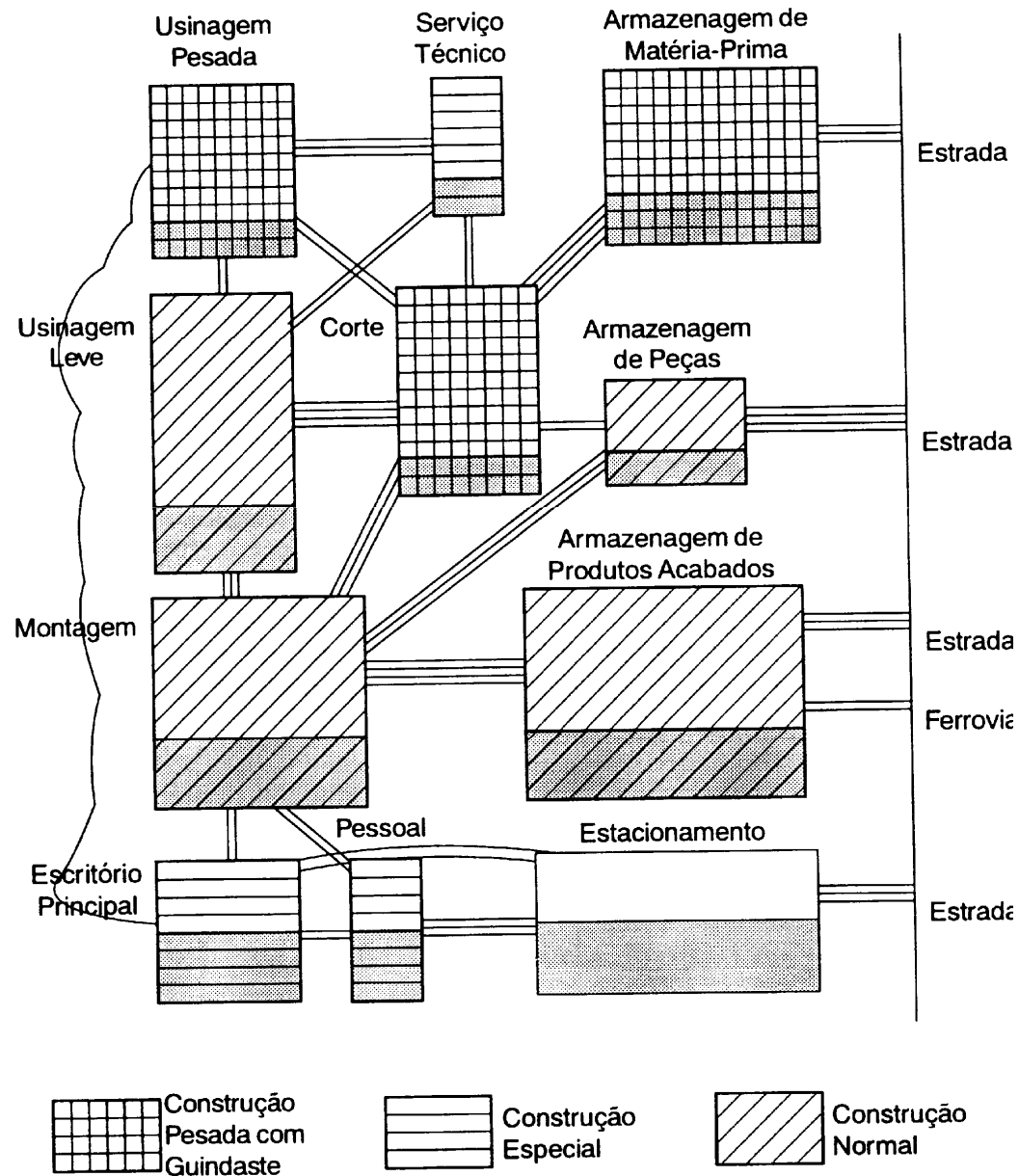


## Planejamento do terreno: exemplo





## 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		
		Locais		
		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)

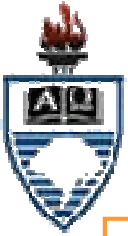
<b>Fator</b>	<b>Importância</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
economia	0,30	2	1
confiabilidade	0,25	2	1
preço	0,45	1	2
Pontuação ponderada total	-	1,55	1,45

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.

<b>Fator</b>	<b>Importância</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
Economia (+)	0,30	(15/15)	(10/15)
Confiabilidade (+)	0,25	2/2	1/2
Preço (-)	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**

$$\square \text{CD} = \sum c_i . d_i$$

CD = escore carga-distância

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

$d_i$  = distância entre a instalação sendo locada e a instalação  $i$

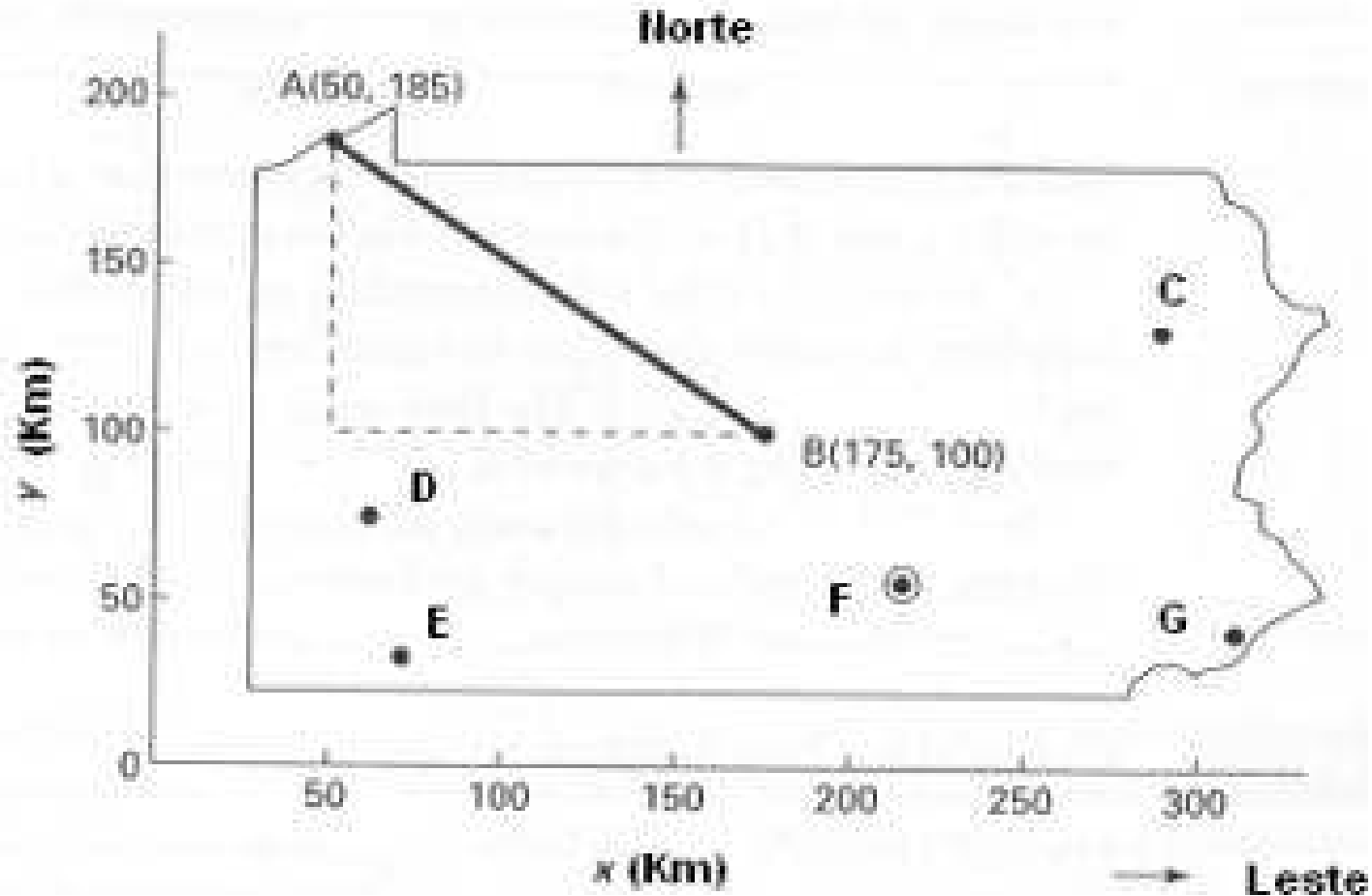
$\square$  A distância entre dois pontos é expressa pela determinação de um ponto de coordenadas no mapa

$\square$  Distância Euclidiana:  $d_{AB} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$

$\square$  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:

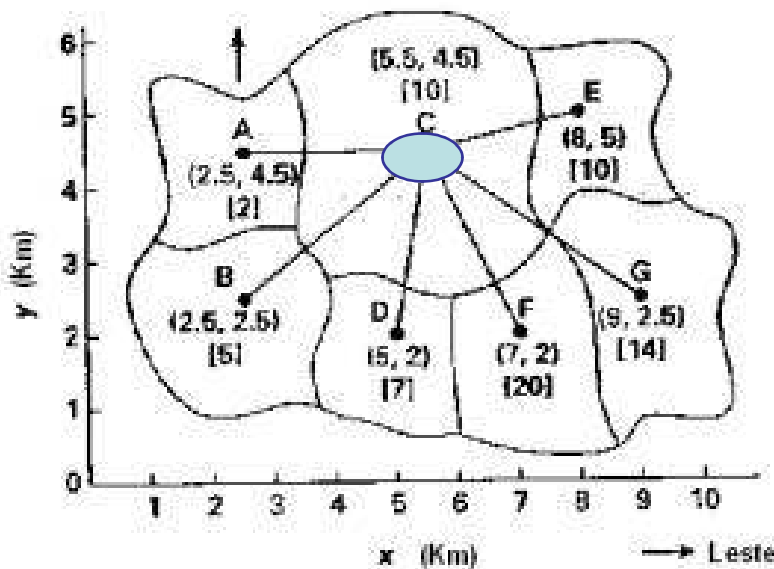
- Determine as coordenadas das duas cidades: A: (50, 185) e B: (175, 100)
- Determine a distância Euclidiana: 151,16
- Determine a distância retilínea: 210
- Determine qual das duas distâncias será utilizada para calcular a distância aos outros pontos.



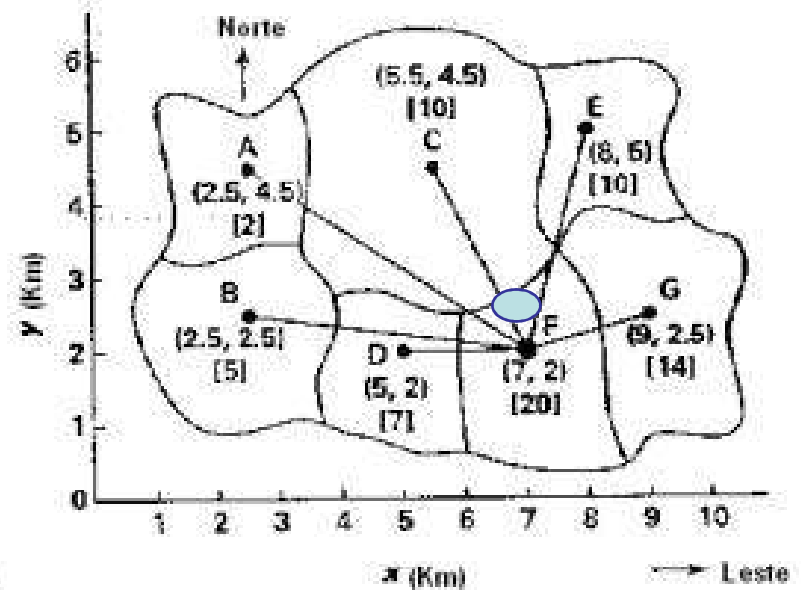


## Exemplo

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

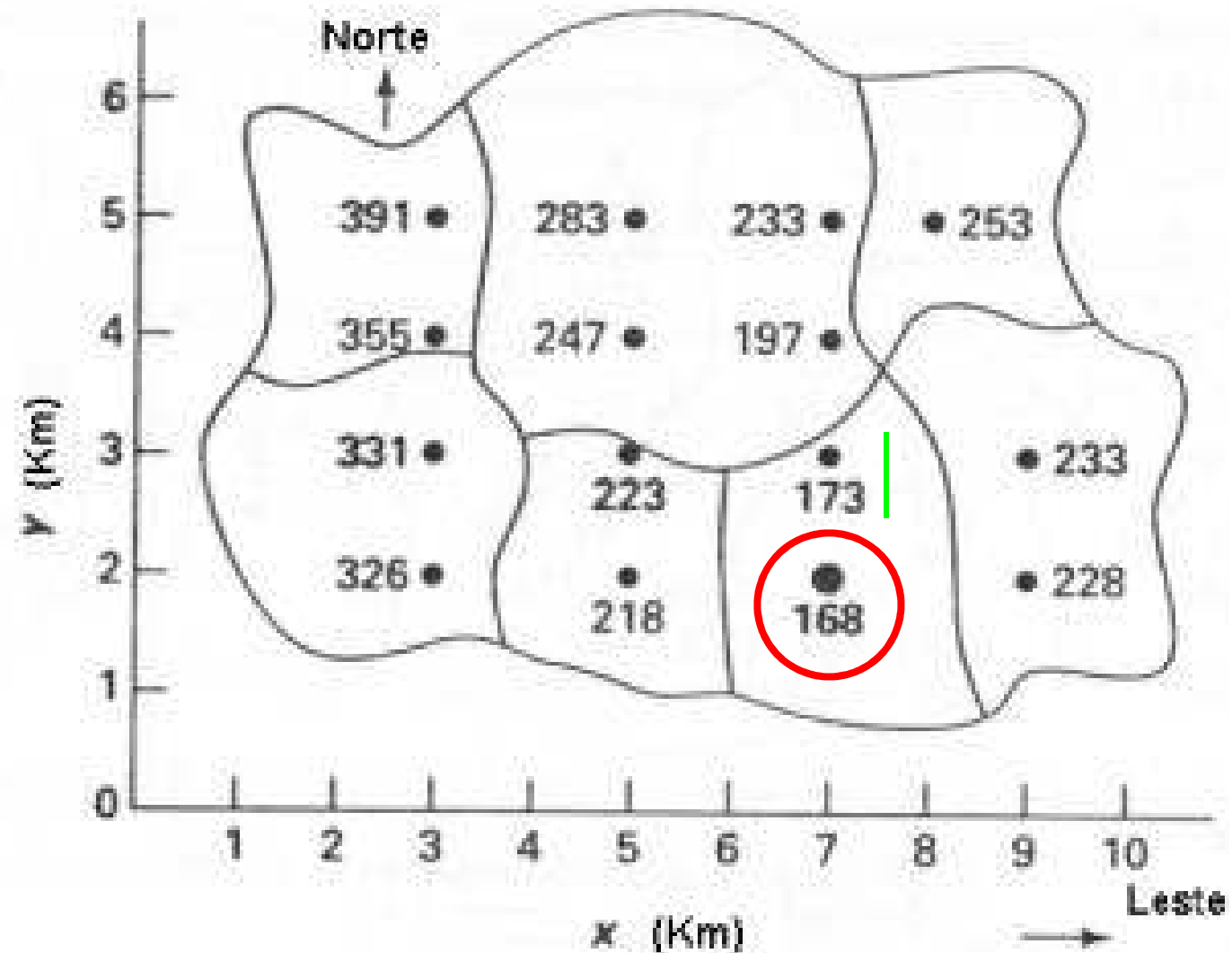
**C**

**F**

BAIRRO	(x, y)	POPULAÇÃO ( <i>p</i> )	LOCALIZAÇÃO (5.5, 4.5)		LOCALIZAÇÃO (7, 2)	
			DISTÂNCIA ( <i>d</i> )	<i>Id</i>	DISTÂNCIA ( <i>d</i> )	<i>Id</i>
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	$3.5 + 2 = 5.5$	77	$2 + 0.5 = 2.5$	35
			Total	239	Total	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)	POPULAÇÃO		
		(I)	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:

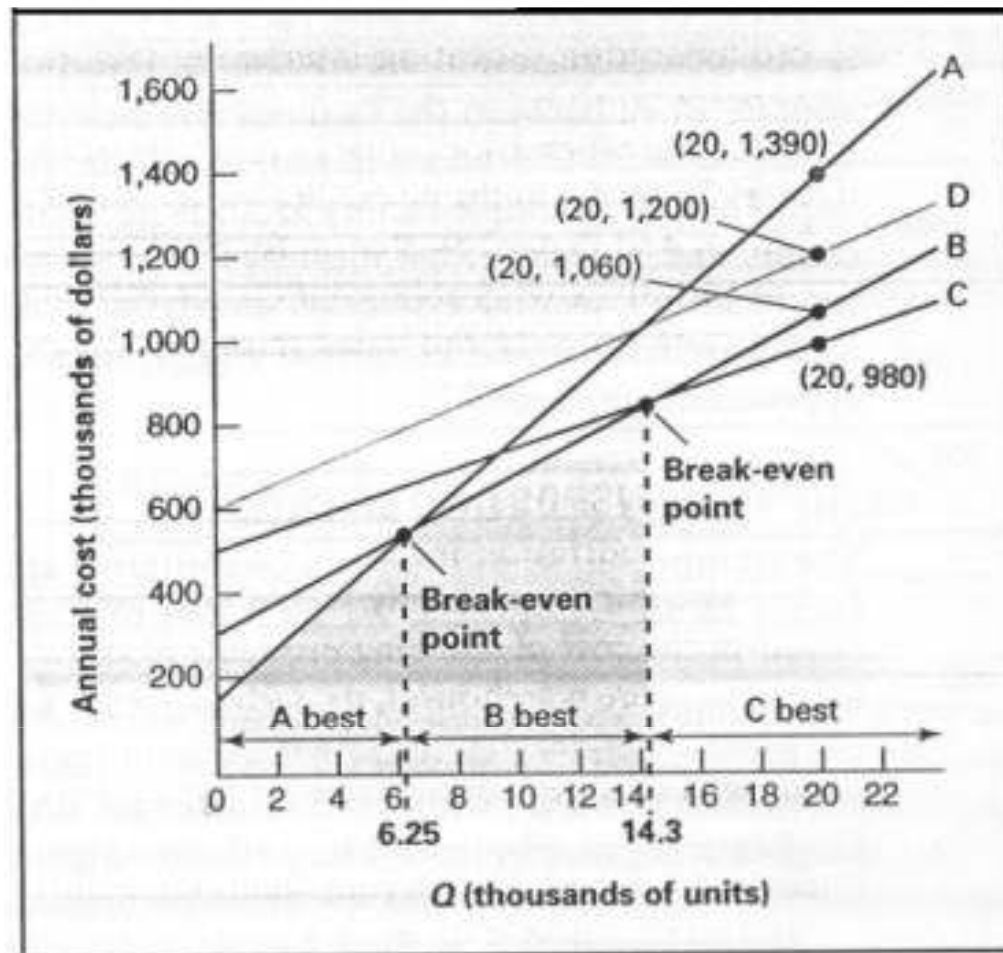
<b>Comunidade</b>	<b>Custos fixos /ano</b>	<b>Custos variáveis/unidade</b>
<b>1</b>	<b>\$ 150.000</b>	<b>\$ 62,00</b>
<b>2</b>	<b>\$ 300.000</b>	<b>\$ 38,00</b>
<b>3</b>	<b>\$ 500.000</b>	<b>\$ 24,00</b>
<b>4</b>	<b>\$ 600.000</b>	<b>\$ 30,00</b>

- Plote a curva dos custos totais para todas as comunidades;
- Identifique as faixas em que cada comunidade proporciona o menor custo;
- 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)

$$\begin{aligned} \$150,000 + \$62Q &= \$300,000 + \$38Q \\ Q &= 6,250 \text{ units} \end{aligned}$$

(B)

(C)

$$\begin{aligned} \$300,000 + \$38Q &= \$500,000 + \$24Q \\ Q &= 14,286 \text{ units} \end{aligned}$$