





 <u>Planejamento e localização do lugar</u>				
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	

 <u>Planejamento do nível global</u>	
<ul style="list-style-type: none"> ❑ Tarefa enfrentada ocasionalmente ao longo da carreira do engenheiro industrial 	<p><u>Contudo, decisões de localização têm impacto de longo prazo, merecem grande atenção!!</u></p>
<ul style="list-style-type: none"> ❑ No caso de grandes empreendimentos é comum o uso de consultorias especializadas 	



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



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



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 frequentes) percorram as menores distâncias



Método de carga - distância

$$\square CD = \sum c_i \cdot d_i$$

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

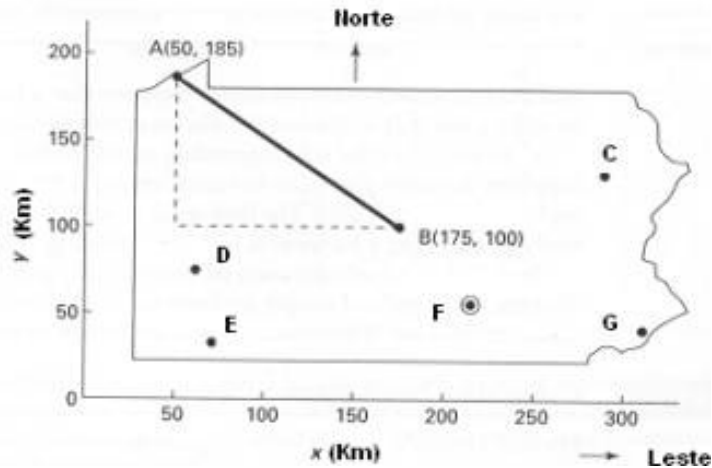
- A distância entre dois pontos é expressa pela determinação de um ponto de coordenadas no mapa

- 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



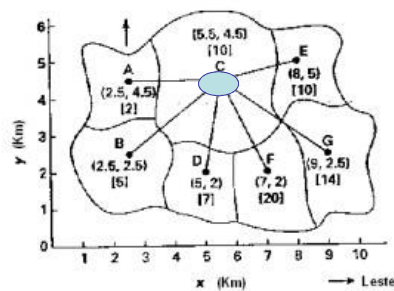
As distâncias entre as duas cidades para o exemplo podem ser calculadas do seguinte modo:

- 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 aos outros pontos.

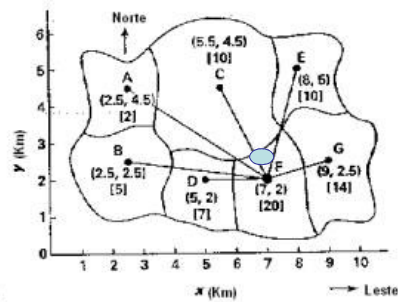


Exemplo

- 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

BAIRRO	(x, y)	POPULAÇÃO (l)	LOCALIZAÇÃO (5,5, 4,5)		LOCALIZAÇÃO (7, 2)	
			DISTÂNCIA (d)	ld	DISTÂNCIA (d)	ld
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



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

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

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

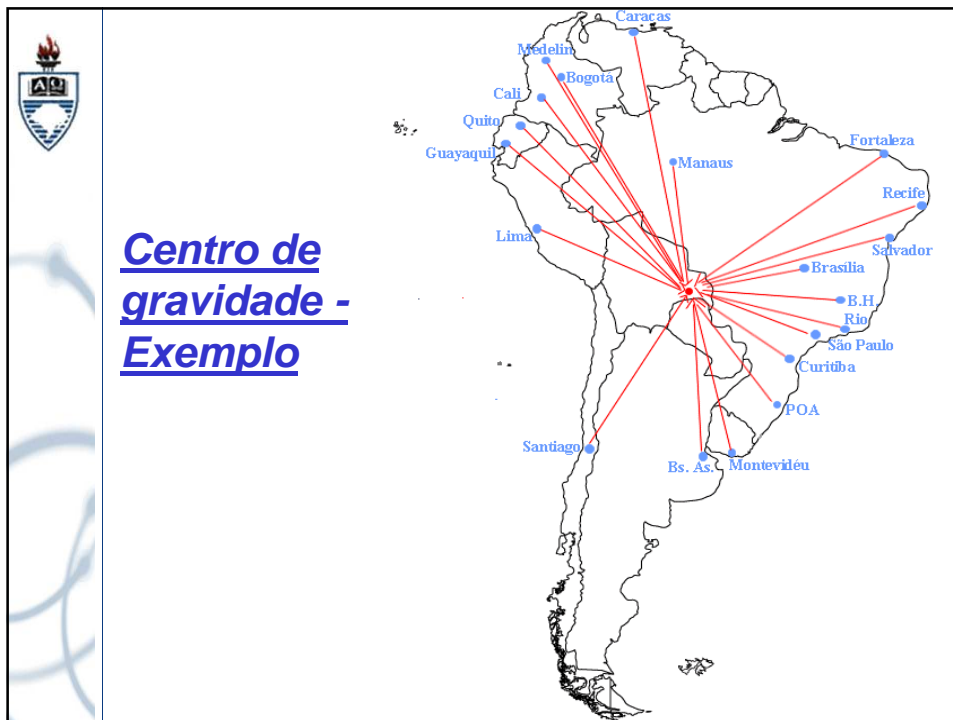


Centro de gravidade – exemplo do hospital

BAIRRO	(x, y)	POPULAÇÃO		
		(l)	lx	ly
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:

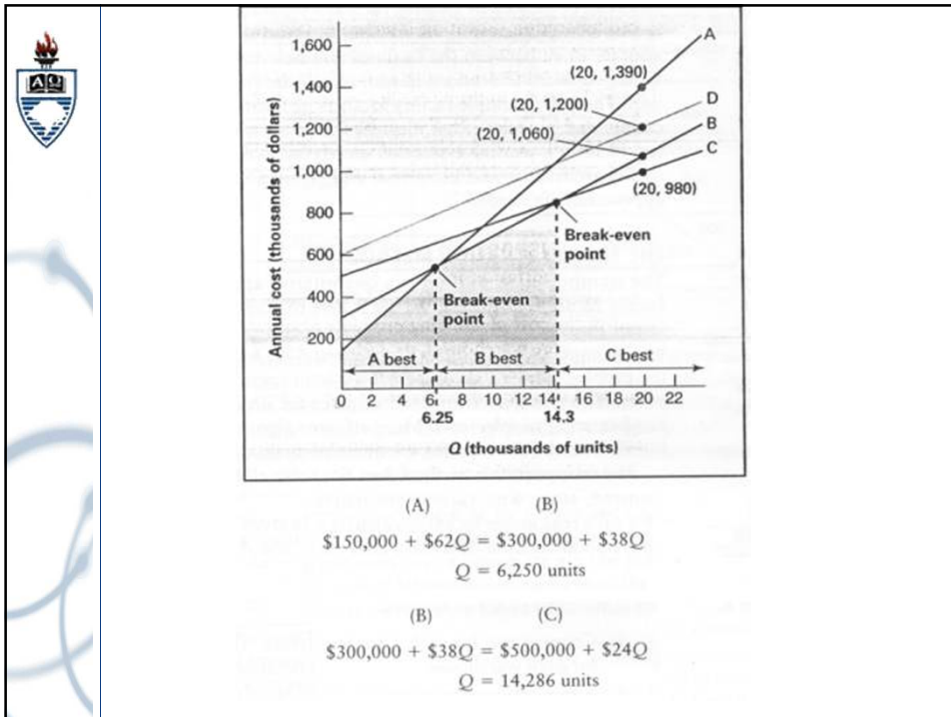
Comunidade	Custos fixos /ano	Custos variáveis/unidade
1	\$ 150.000	\$ 62,00
2	\$ 300.000	\$ 38,00
3	\$ 500.000	\$ 24,00
4	\$ 600.000	\$ 30,00

- 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 x 20.000 = \$1.240.000,00	\$1.390.000,00
2	\$300.000,00	\$38,00 x 20.000 = \$ 760.000,00	\$1.060.000,00
3	\$500.000,00	\$24,00 x 20.000 = \$480.000,00	\$980.000,00
4	\$600.000,00	\$30,00 x 20.000 = \$600.000,00	\$1.200.000,00

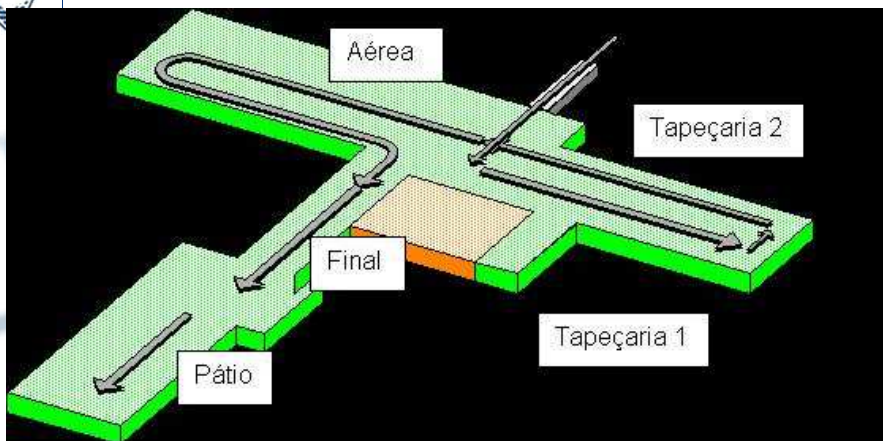


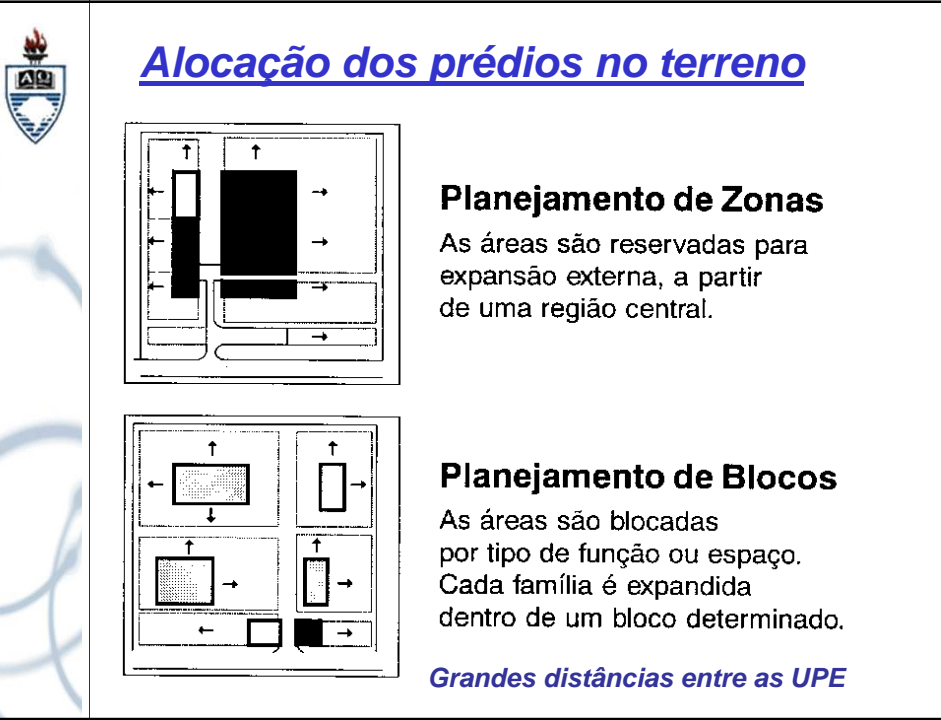
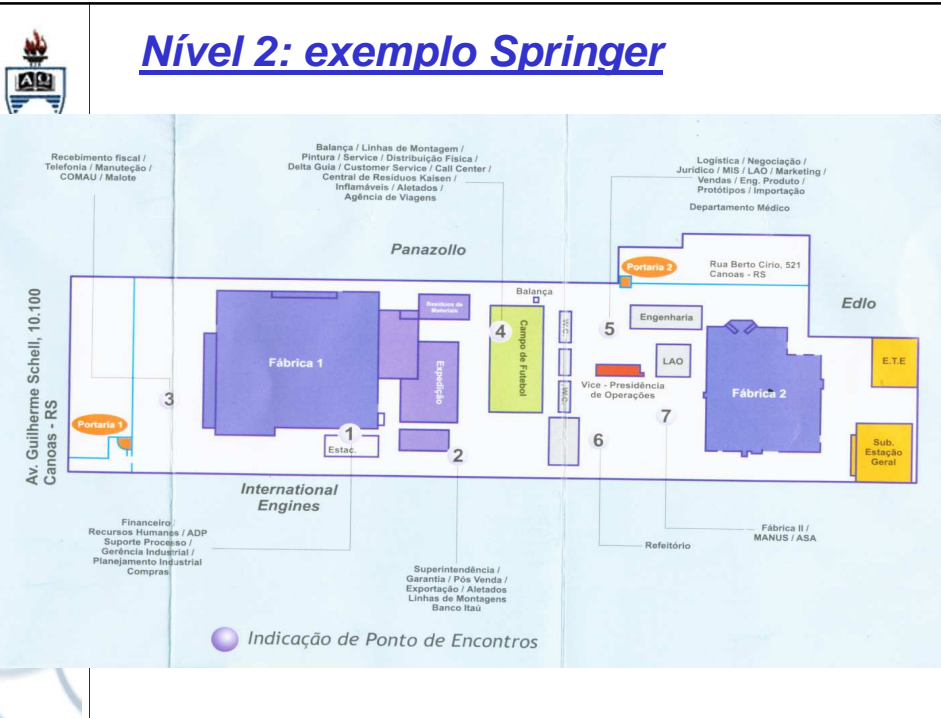
- Nível 2 (supra): planejamento do terreno**
- ❑ Os elementos fundamentais do planejamento do espaço (UPE, espaço, afinidades e limitações) aplicam-se ao nível supra
 - ❑ Localização dos prédios no terreno
 - ❑ **Contudo, as afinidades são mais simples e está incluído o uso do espaço exterior**
 - ❑ O engenheiro de produção frequentemente posiciona os prédios no terreno **em conjunto** com um arquiteto ou engenheiro civil

Complexo Industrial Automotivo de Gravataí



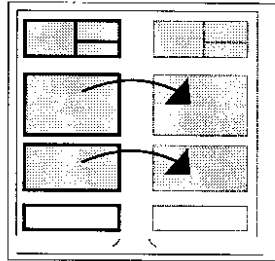
Nível 2: exemplo GM







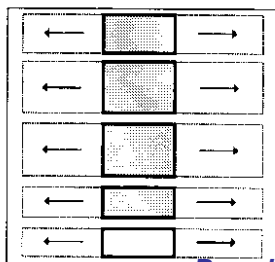
Alocação dos prédios no terreno



Planejamento Duplicado

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

Aumento de capacidade em grandes incrementos



Planejamento de Faixas

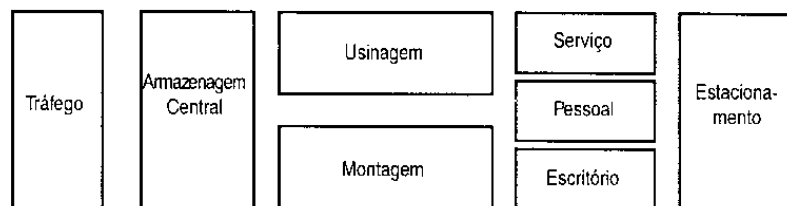
As áreas são reservadas em faixas que ocupam toda a instalação. Trata-se de um tipo especial de planejamento de zonas.

Boa abordagem para processos simples, lineares



Planejamento do terreno: identificar as UPE

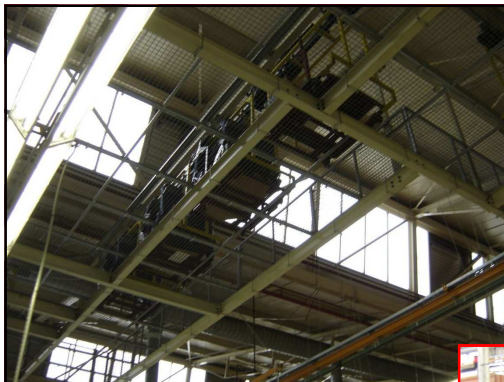
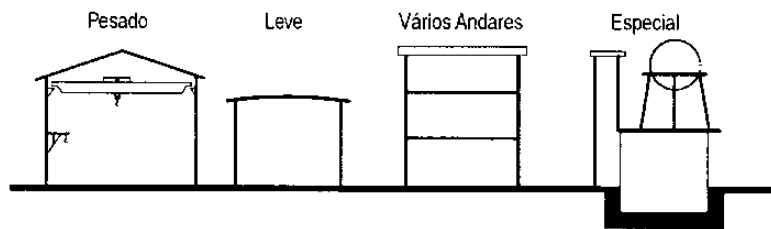
Por Função





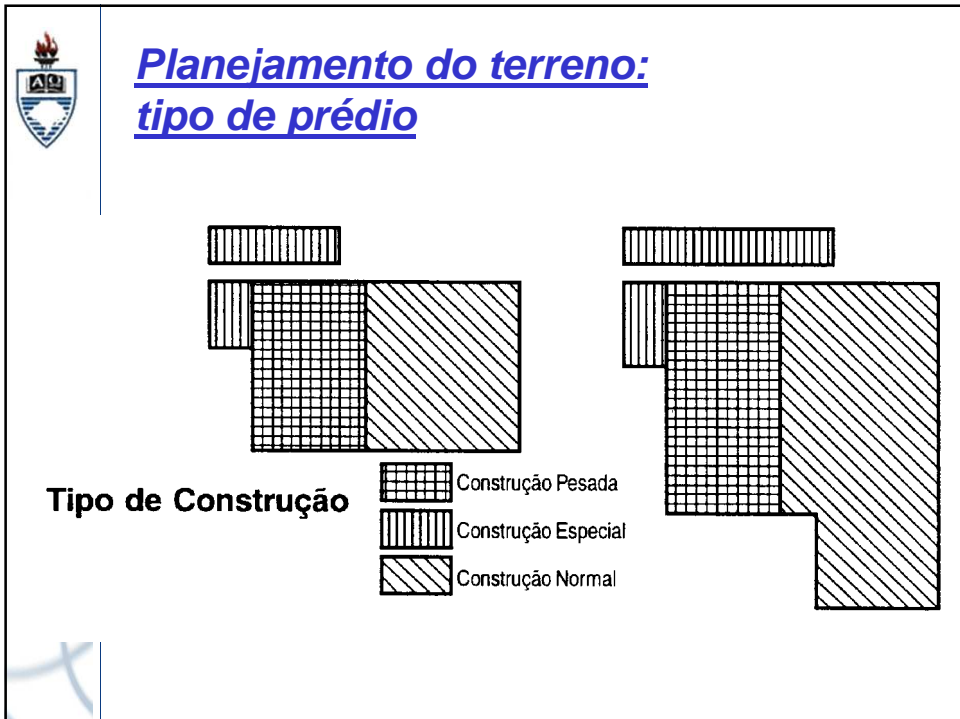
Planejamento do terreno: identificar as UPE

Por Tipo de Prédio



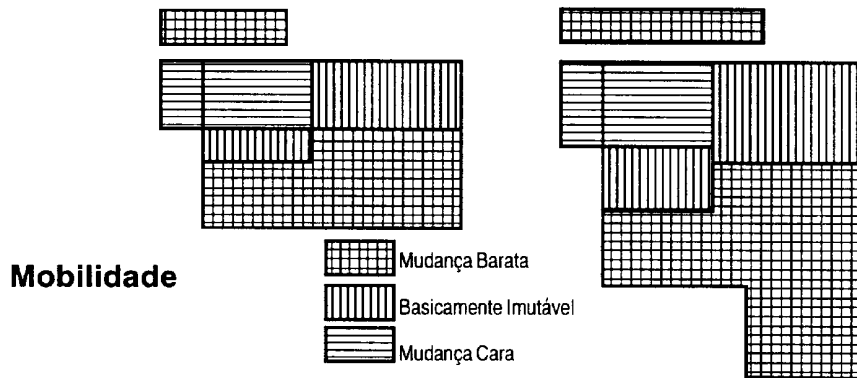
Prédio de vários andares







Planejamento do terreno: mobilidade



Planejamento do terreno: exemplo

Resumo de UPEs

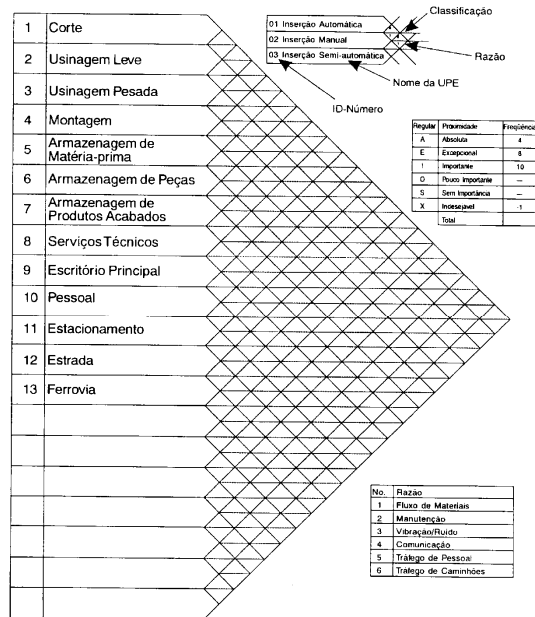
	Fase I	Fase II	Carga no Piso	Pé-direito (m)	Instalação Especial	Expansão	Flexibilidade	Tipo de Prédio
Corte	2300	2000	Normal	12	Guindaste	Pequena	Moderada	Pesado
Usinagem Leve	2900	4000	Normal	6	Guindaste	Média	Moderada	Normal
Usinagem Pesada	1700	2300	Alta	12	Guindaste	Média	Baixa	Pesado
Montagem	3500	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

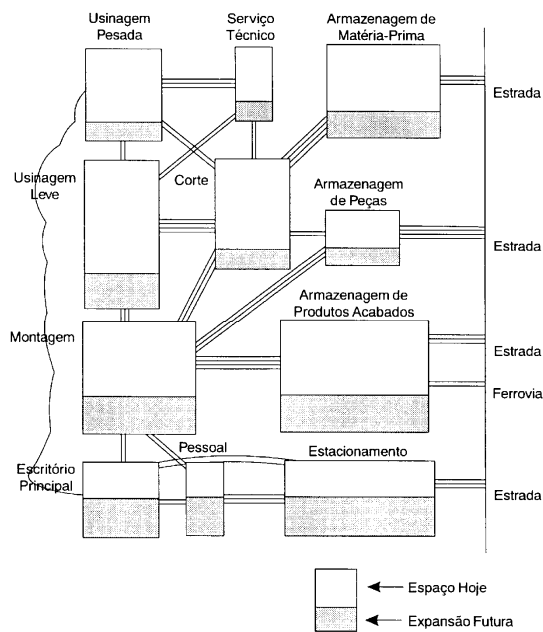
Facilidade para ampliações



Planejamento do terreno: exemplo.

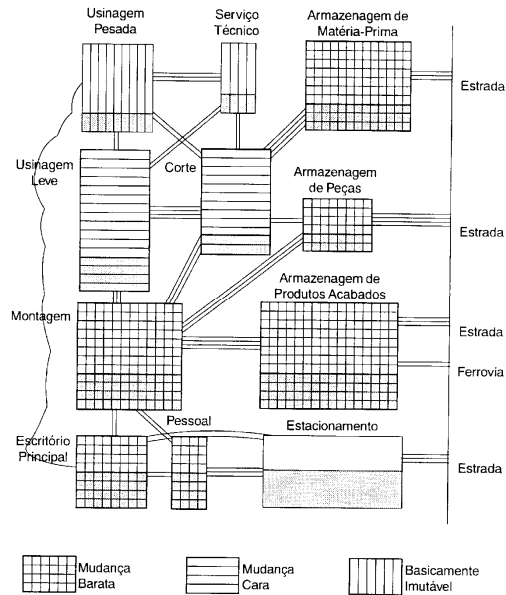


Planejamento do terreno: exemplo





Planejamento do terreno: exemplo



Planejamento do terreno: exemplo

