

capítulo 7.

DETERMINAÇÃO DOS ESPAÇOS

Até este ponto da Fase II do sistema SLP não entramos em considerações acerca do espaço. Mas agora que conseguimos obter o arranjo geográfico das diversas atividades envolvidas, devemos estabelecer a área para cada uma delas. Então adaptaremos os espaços ou as áreas ao diagrama de fluxo e/ou inter-relações. Estaremos então desenvolvendo um diagrama de inter-relações entre espaços, Quadro 6 do nosso modelo.

O diagrama de inter-relações entre espaços é ainda um arranjo físico imperfeito. Quando introduzirmos correções e ajustes baseados nas considerações de mudança e limitações práticas, teremos então o arranjo definitivo. Este capítulo tratará dos Quadros 4 e 5 — requerimentos de espaço e disponibilidade de espaço.

O fato de não termos discutido o espaço até este ponto não significa que os cálculos de espaço devam esperar pela diagramação das atividades. Os cálculos relativos ao espaço podem ser feitos em qualquer uma das etapas desde que todas as atividades tenham sido estabelecidas. Contudo, teremos uma idéia melhor acerca da divisão das atividades e, por conseguinte, da divisão do espaço, se não entrarmos imediatamente na determinação de espaço: devemos esperar pelo menos que os dados iniciais tenham sido analisados e que o diagrama de fluxo e a carta de interligações preferenciais estejam prontos.

Obviamente este procedimento não é rígido, já que, mesmo na Fase I (localização) precisaremos ter a área total necessária.

Para decidir qual a localização adequada, precisaremos fazer uma estimativa do espaço requerido. Este cálculo da área, durante a Fase I, é realizado sem análises muito profundas. Neste capítulo, objetivamos a determinação de área durante a segunda fase do planejamento — arranjo físico geral.

Na prática, durante a Fase I, será necessário entrar constantemente nos domínios da Fase II: muitas vezes teremos que nos aprofundar em considerações detalhadas sobre máquinas, equipamentos, serviços etc. a fim de determinar os requerimentos gerais de espaços necessários para a resolução do arranjo físico geral.

Requerimentos de espaço

Ha cinco métodos básicos para a determinação dos requerimentos de espaço que podem ser utilizados indiferentemente pois levam aos mesmos resultados.

Quando o projeto requer altos investimentos será necessário a utilização de métodos mais precisos. Por outro lado, não se justifica sua utilização durante o planejamento de áreas de estoque ou áreas de escritórios. Nesses casos, sofisticação e detalhismo no cálculo das exigências de espaço podem ser considerados apenas como "ginástica mental," não se justificando na prática.

Os cinco métodos principais de determinação dos requerimentos de espaço, em ordem de precisão (e de utilização, provavelmente), são:

1. Método numérico
2. Método da conversão
3. Padrões de espaço
4. Arranjos esboçados
5. Projeção de tendências

Inventário de máquinas e equipamentos

Antes de usar o método numérico para determinar os requerimentos de espaço será necessário identificar as máquinas e equipamentos envolvidos no projeto. Caso a empresa não utilize um método próprio, sugerimos que seja feito um registro dos equipamentos por departamento ou atividade, de tal maneira que as informações possam ser colocadas no diagrama de inter-relações e no trabalho que desenvolvemos até agora.

Podemos também utilizar um arquivo dos registros de localização dos equipamentos. Devemos trabalhar a partir dos registros de bens disponíveis na contabilidade ou a partir de uma listagem preparada por um avaliador profissional. Ou talvez a partir das fichas de dados históricos dos equipamentos disponíveis no departamento de manutenção.

A manutenção de inventários de equipamentos sempre atualizados em fábricas pequenas, empresas de prestação de serviços ou áreas de escritório pode não ser prática. Porém em grandes empresas — principalmente aquelas em constante rearranjo de recursos ou cujas máquinas e equipamentos representem alto investimento — este tipo de registro é uma necessidade.

Uma empresa pode inventariar seu material de várias maneiras. A Fig. 7-1 mostra a Folha de registro de equipamentos e máquinas que contém todas as informações necessárias. Nem todas as informações detalhadas da ficha serão utilizadas na Fase II, mas com toda certeza serão necessárias mais tarde, durante o planejamento do arranjo físico detalhado.

FOLHA DE REGISTRO DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

Fábrica: ABC Ltda. Projeto 652
Preparado por P. Cesar Emitente R. Neto Data 13-4

Agua _____ Vapor ☒ Drenos _____

Ar comprimido _____ Gás _____

Fundação _____ Poço _____ Nível _____

Exaustão _____ Suprim. de energia _____

Eletricidade	C.V.	Volts	Ciclo	Fases	Amps.	Altura máxima	230m
--------------	------	-------	-------	-------	-------	---------------	------

Motor principal	100	220	60					Peso (menos fixação)	3 300 kg
-----------------	-----	-----	----	--	--	--	--	----------------------	----------

Motor auxiliar	20	220	60						2.300 Rg
----------------	----	-----	----	--	--	--	--	--	----------

[illegible]

Nome/Tipo Moinho de "pellets" Arquivo M-35

Fabricante Wenger Mixer Mfg. Co. Tamanho/Modelo Multigranador

Velocidade/Capacidade 1800rpm Identificação S 4362

Frente 2m Número de identificação de máquinas

Fundos 1,90m

Área ocupada $\frac{3,80 \text{ m}^2}{2,20 \text{ m}^2}$

Área de trab. e mant. 5,20 m²

Alimentação	<u>760m3</u>	M 58		
-------------	--------------	------	--	--

Area p/corredores	<u>4,60 m²</u>			
Servicio/Otros	<u>(3)</u>			

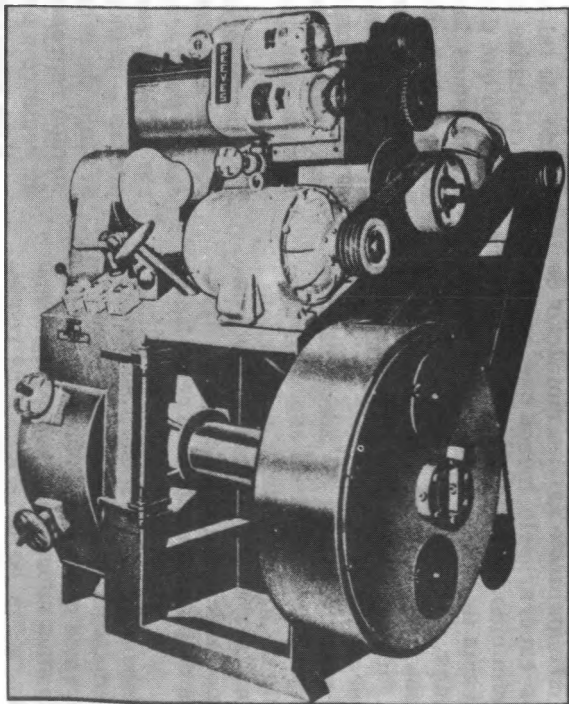
Serviços/Outros	0			
Área total (prevista)	11 70 m ²			

Area total (prevista): 11,70 m²

Número de identificação de máquinas
e equipamentos, nesta folha

M35

M 38



VISTA SUPERIOR

FONTE Catálogo DATA 9-75

Referência/Mudanças a) Áreas de serviço incluem manutenção e trabalho

VISTA SUPERIOR

ESCALA 1:50

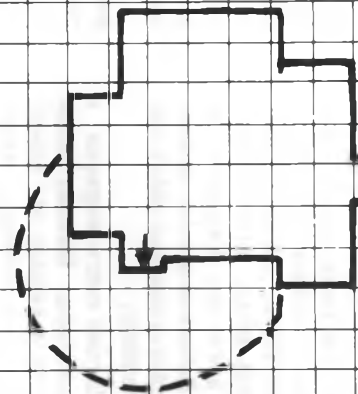


Figura 7-1 *Folha de registro de equipamentos e máquinas* usada para inventário e determinação de espaços. Nela estão fotografias, especificações e serviços necessários ao equipamento. Este tipo de formulário pode economizar tempo valioso no projeto de *layout*. Para o equipamento atualmente em uso uma cópia xerox pode especificar o local de operação. Quando o equipamento for movimentado, a ficha será modificada convenientemente. Dessa forma pode-se manter um registro completo por tipo de equipamento e ao mesmo tempo por área de utilização. O mesmo se aplica para áreas em fase de planejamento quando o equipamento ainda será empregado. Cópias das folhas correspondentes a equipamentos ainda em estoque devem ser reunidas num mesmo arquivo de "Equipamento livre e disponível". Quando o equipamento for desmobilizado, a folha correspondente será colocada no registro histórico de equipamentos

Inicialmente, a fim de juntar essas informações, será interessante usar a Folha de dados de equipamentos e máquinas (Fig. 7-2).

Além desse registro, classificado por departamento ou atividade, será bastante útil estabelecer um sistema de classificação por tipo de equipamento.

Há muitos sistemas de classificação disponíveis, mas não existe um sistema simples que seja universalmente utilizado. Recomendamos um prefixo alfabético, indicando a classe do equipamento, seguido de um número — com sufixos alfabéticos conforme a necessidade.

Por exemplo:

- Prefixos alfabéticos indicando a classe geral (tipo) da máquina ou equipamento:

S — Equipamento de solda
P — Posicionadores
O — Equipamentos de corte
T — Tornos

- Números indicando o subtipo do equipamento:

S1 — Equipamento de solda a arco
S6 — Equipamento de solda por pontos
S8 — Equipamento de solda a oxigênio

- Sufixos alfabéticos indicando acessórios e componentes adicionais.

Uma excelente classificação de equipamentos para movimentação de materiais desenvolvida pela American Materials Handling Society (AMHS) pode ser encontrada em *Materials Handling Handbook**). No Apêndice III encontramos parte dessa classificação, que precisa apenas do prefixo H (de Handling) para ser integrada ao sistema da AMHS.

Esta classificação é somente para tipos de equipamento e não para identificação de partes componentes de máquinas ou equipamentos. Para identificar componentes específicos acrescentamos um sufixo de identificação. Em geral este trabalho é desenvolvido pela contabilidade, que é o setor responsável pelo registro de bens e apuração da depreciação. Os códigos de identificação devem ser gravados ou marcados no equipamento. Apesar de existirem muitos sistemas, talvez o mais simples seja iniciar a marcação em 10 001 e continuar a sequência numérica, usando o mesmo prefixo alfabético mencionado anteriormente a fim de amarrar cada número de identificação à classe de equipamentos. Veja no Apêndice II os detalhes de um sistema simples de identificação.

Método numérico

O método numérico utilizado na determinação de requerimentos de espaço deve ser bastante preciso. Ele consiste em dividir cada atividade ou área em elementos de espaço e subáreas que compõem o espaço total.

Em essência, o método faz a determinação da área de cada elemento de espaço, multiplica-a pelo número de elementos necessários para a realização do trabalho e adiciona um espaço extra, em geral não rateado entre os elementos.

Para projetos industriais, esses cálculos podem ser feitos conforme nos mostra a Fig. 7-3. Cada equipamento e máquina é listado, anotando-se a área ocupada pela máquina, a área de trabalho do operador e a área para manutenção e colocação do material. A soma dessas áreas nos fornece a área total para a máquina em questão.

Para calcularmos o número de máquinas necessárias em qualquer projeto, devemos conhecer: o tempo de operação para cada peça, o número de peças por ano ou por período, as tolerâncias por tempo ocioso, refugos etc. O Apêndice IV fornece maiores detalhes sobre o número de máquinas necessárias. Este número, ignorando refugos, tempo ocioso etc., pode ser calculado por meio da expressão:

Ao calcularmos as máquinas necessárias, devemos levar em conta as seguintes precauções:

1. Obviamente não se pode comprar fração de uma máquina. Sempre que o resultado não for inteiro, deve-se analisar a situação para decidir se o arredondamento será para o inteiro superior ou inferior.
2. Ao calcularmos o número de máquinas é preciso se lembrar de que não devemos partir da suposição de que o trabalho será realizado com 100% de eficiência. Devemos decidir quanto esperamos em perdas e qual a folga na determinação do número de máquinas.
3. Se os atrasos de produção — devido aos operadores (atrasos evitáveis) ou às técnicas de produção da fábrica (atrasos inevitáveis) — não foram considerados ao estabelecermos o tempo de operação por peça, eles deverão ser levados em conta agora sob a forma de folgas no número de máquinas necessárias.

* Bolz, Hagemann et al, *Materials Handling Handbook*, The Ronald Press Co., New York, 1958

FOLHA DE DADOS DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS

Arquivo _____

Fábrica Santo Anastácio Edifício 3 Depto. Fab. de fios
 Área Fabricação Coluna mais próxima _____ e _____
 Compilado por M.C. Romano Assistente _____ Data 5-10

Número de identificação 5
 Tamanho/Modelo/Estilo _____
 Velocidade 200 m/min Capacidade Tamanho final (a)
 Identificação 7B-7H

Nome/Tipo Máquina de Fiar
 Fabricante Federal Wire Rope Corp.

Suprimentos e serviços necessários
 Água Sim Vapor Não
 Drenos Sim - frente da máquina - oposto ao operador
 Ar comprimido Sim - frente Gás Não
 Outras tubulações _____
 Fundações Não Poço Não
 Nível Sim Suportes Não
 Exaustor Não
 Chave elétrica Sim Conexão direta Sim
 Ligações elétricas especiais Sim

Dimensões e áreas necessárias:

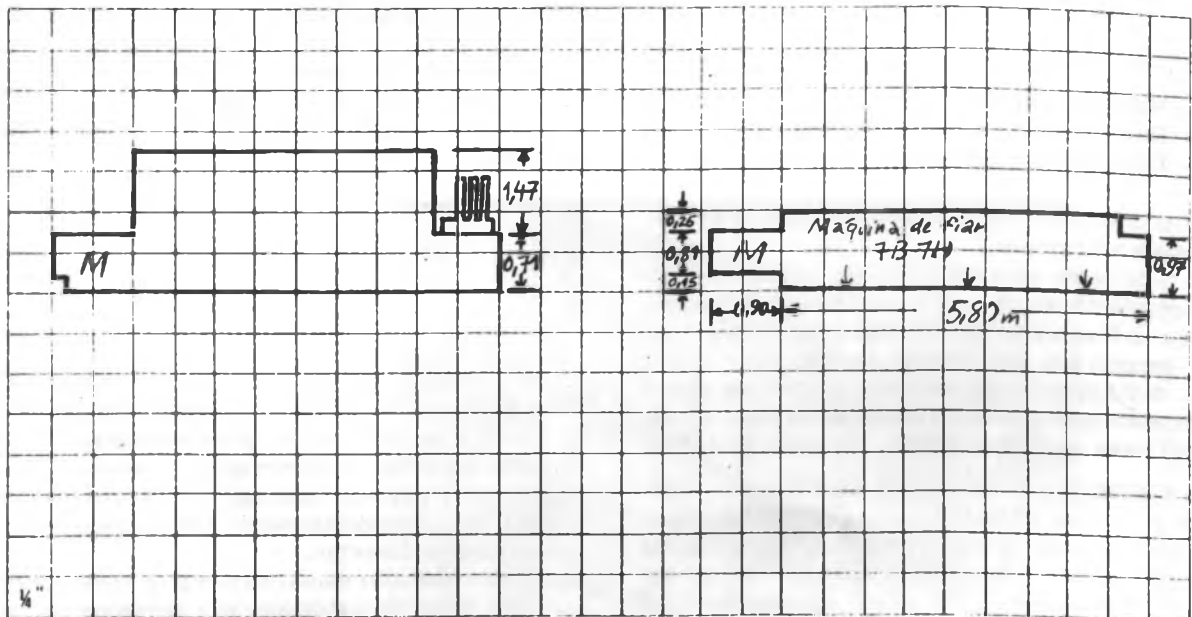
Altura máxima 2,18 m
 Peso (menos fixação) _____
 Frente (base) 7,54 - 0,0 m
 Frente (máximo) 7,54 - 0,7 m
 Fundos (base) 2,66 m - 0,27 m
 Fundos (máximo) 7,11 m - 0,0 m
 Área ocupada 15,20 m²

Motores	CV	Volts	Ciclos	Fases	Ampères
Principal	50	440	60	3	
Auxiliar	3/4	440	60	3	
Auxiliar					

Área de trabalho e manutenção 41,40 m²
 Alimentação de material 26,70 m²
 Área para corredores (b)
 Serviços/Outras áreas 2,50 m²
 Área total 85,80 m²
 (atual ☒ prevista ☐)

Vista de frente (escala: 1/50)

Template (escala: 1/50)



Referências ou notas explicativas:

- (a) Diâmetros de 0,09 a 0,15 cm nos fios
 (b) Corredores estão incluídos na área de trabalho e manutenção

Figura 7-2 Folha de dados de equipamentos e máquinas. Usada para reunir informações sobre máquinas e equipamentos, que servirão para determinar requerimentos de espaço, para estabelecer suprimentos e serviços necessários e para preparar modelos e templates. Este é o formulário para ser usado na prática para recolher os dados para preenchimento da Folha de registro de equipamentos e máquinas (Fig. 7-1). Esta última é que se tornará o documento permanente no escritório de layout

4. Ao fazermos o cálculo do número de máquinas necessárias, devemos levar em conta a possibilidade de paradas devido a falhas nos suprimentos, aos reparos e serviços de manutenção preventiva.

5. Devemos compensar os picos de produção caso não tenham sido incluídos nos cálculos anteriores. Essas condições podem variar de máquina para máquina, dependendo da natureza da operação, se o trabalho foi ou não programado com folgas, se pode ser transferido para outras máquinas ou se o excedente pode ser entregue a firmas subcontratantes. Se a máquina já opera em dois ou três turnos é improvável que se possa resolver este problema com horas extra de trabalho.

6. Ao balancearmos as linhas de produção, devemos utilizar a capacidade ociosa de determinada máquina para trabalhos excedentes de outras áreas. Muitas vezes, porém, este procedimento pode acarretar problemas relativos à movimentação excessiva de materiais.

7. Vamos supor que concluímos, por meio de nossos cálculos, que precisamos de "uma pequena fração" de uma máquina (por exemplo: 2,06 tornos). Pode-se evitar o investimento nessa máquina adicional (ela seria utilizada durante uma pequena parte de tempo por período) estudando métodos, sugerindo melhoramentos ou simplificação do trabalho — o que poderá reduzir o tempo de operação o suficiente para que a máquina adicional deixe de ser necessária.

Não desenvolvemos nenhum formulário-padrão específico para o cálculo de áreas de serviço ou de estoque devido à grande diversidade de atividades que são desenvolvidas nesses tipos de área. Devemos então fazer nossas próprias folhas de trabalho a fim de colocar as exigências particulares deste tipo de área. Na Fig. 7-4 encontramos alguns exemplos de como fazê-las.

Muitas vezes devemos nos aprofundar muito mais do que simplesmente recolher os dados para essas folhas. Estamos tentando tornar essa apresentação o mais simples possível, mas não devemos hesitar em usar métodos mais detalhados ou mais sofisticados para o cálculo do espaço sempre que este procedimento seja justificado.

Para o cálculo de espaço em áreas de escritório, o formulário mostrado na Fig. 7-5 provou ser altamente prático.

Método de conversão

Um segundo método para a determinação dos requerimentos de espaço é conhecido como método da conversão. Neste método tomamos como base para cálculo dos espaços para o arranjo físico os espaços atualmente utilizados.

Quando utilizamos o método de conversão somos tentados a saltar etapas e passarmos diretamente do "que temos agora" para "quais são as futuras necessidades", o que é errado. Devemos antes ajustar o espaço existente às necessidades reais e convertê-las para cada uma das áreas individuais. Recomendamos o formulário da Fig. 7-6

já que ele proporciona meios de decisão adequados a cada estágio.

Este método é aplicável especialmente quando:

- a) o projeto deve ser feito em curto prazo;
- b) os requerimentos para a Fase I estão ainda sendo levantados;
- c) a natureza do trabalho em qualquer atividade ou área é tão diversificada ou complicada que não se justificam cálculos detalhados;
- d) os elementos-chave, necessários para os cálculos (informações P e Q), não são suficientemente precisos para justificar o método numérico.

É comum que se calculem os requerimentos de espaço para áreas de fabricação e que se utilize o método da conversão para o estabelecimento das áreas de estoque e serviços de suporte.

Padrões de espaço

Em muitos projetos, um caminho prático para a determinação dos requerimentos de espaço é a utilização de padrões de espaço preestabelecidos. Uma vez estabelecidos, os requerimentos ou elementos de espaço de uma máquina serão muitas vezes utilizados. A Fig. 7-7 nos traz um exemplo de padrões de espaços.

Na prática, porém, o emprego dos padrões de espaço não é assim tão simples. De fato, há um grande perigo em adotar padrões estabelecidos por outra pessoa, a menos que se tenha conhecimento de tudo o que o elemento de espaço envolve, das condições de trabalho (atuais ou previstas) e como recorrer aos dados que deram origem ao estabelecimento dos padrões.

Por exemplo, para projetos de estacionamento nos Estados Unidos, um padrão de espaço teria por volta de 27 m² de área por automóvel. No entanto, o mesmo padrão não seria aplicado na Europa, onde predominam carros menores.

Devemos estar atentos quando da utilização de certos padrões que constam em algumas publicações, já que foram estabelecidos para empresas específicas sob condições específicas. O fato de terem sido considerados bons para estas empresas não significa que possam ser adotados como gerais. Aconselhamos a utilização desses padrões apenas como guia, a partir dos quais poderão ser desenvolvidos padrões para cada caso particular. Estes devem ser utilizados pela empresa enquanto permanecerem as condições para as quais eles foram estabelecidos.

Arranjos esboçados

Em alguns projetos, pode não ser interessante a utilização dos métodos numérico e de conversão, e além disso podemos não ter em mãos padrões de espaço.

Se possuímos uma planta do espaço disponível e os templates do equipamento e, em particular, se certas atividades são críticas ou de alto investimento, seria recomendável esboçar o arranjo físico detalhado de certas áreas e utilizá-lo no cálculo dos requerimentos de espaço. Este plano de-

**FOLHA DE DIMENSÕES E CARACTERÍSTICAS
DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS**

Companhia/Fábrica Nortopli

Edif./Depto./Área Lanchonete - CozinhaProjeto, 7515

Projeto 100
Por J. Rene'

Assistente C. XavierData 8-3Folha 2 de 2[illegible]

- Espaço necessário para corredores principais e áreas de serviço não estão incluídos

Área necessária (m²) • 22 , 22

Corredores.....	8
Serviços.....	6
Outras.....	—
Área total req.	36

Referências:

-
-
-
-
-
-

Figura 7-3 Cálculo dos requerimentos de espaço pela medida de cada equipamento e máquina. O nome e o número do equipamento são colocados à esquerda. Na mesma linha são colocadas as dimensões e os cálculos, e à direita fica o espaço para as características da atividade em questão que não podem ser atribuídas a um equipamento em particular. Ao mesmo tempo que se mede o equipamento, suas características físicas são também anotadas. Essas informações podem parecer desnecessárias, porém mais tarde serão utilizadas e esta folha é um meio ordenado de registrá-las

Departamento ou atividade		SERVIÇO — REQUERIMENTOS DE ESPAÇO					Folha <u>1</u> de <u>4</u>	
RECUP. DE REFUGOS							Compilado por <u>R.L.</u> data <u>2-9</u>	
Tipo de serviço	Localização de áreas de serviço deste tipo	Fatores utilizados para cálculo da área	Área requerida por setor de serviço	Área total	Altura, poço, fundações	Requerimentos especiais de espaço de serviço		
						Suprimentos	Forma	

Departamento ou atividade		ARMAZENAGEM — REQUERIMENTOS DE ESPAÇO					Folha <u>1</u> de <u>6</u>	
EST. MAT. PRIMA							Compilado por <u>R.L.</u> data <u>5-4</u>	
Material ou produto estocado	Unidade	Quantidade estocada	Método provável de acondicionamento	Área necessária por unidade estocada	Área total requerida	Altura das pilhas	Requerimentos especiais	

Departamento ou atividade		OPERAÇÃO — REQUERIMENTOS DE ESPAÇO							Folha <u>1</u> de <u>14</u>	
MOLDAGEM									Compilado por <u>R.L.</u> data <u>17-7</u>	
Tipo de máquina ou equipamento	Número de máquinas necessárias	Altura das máquinas e equipamentos	Área de trabalho (homens e materiais)	Área de acesso (movimentação e serviços)	Corredores ou outros	Área por máquina	Área total requerida	Área ocupada por equipamento	Requerimentos especiais	
W.S.32	1	1,7x0,3	1,7x0,7	1,7x0,4	0	2,38	2,38	0,20 a 2,15m	Espaço necessário para produtos em proses.	
W.S.16	2	1,5x0,3	1,5x0,7	1,5x0,4	0	2,10	4,20	0,10 a 2,15m	II	
R.P.8	8	1,5x0,3	1,5x0,4	1,5x0,3	1,5x0,2	1,80	14,40	0,15 a 0,85m	Espaço necessário para material em proses.	
R.P.4	2	1,3x0,3	1,3x0,5	1,3x0,3	0x0	1,43	2,86	1,85m	II	
I.M.P.16	2	1,1x0,3	1,1x0,5	1,1x0,4	1,1x0,2	1,54	3,08	0,15 a 3,65m	Espaço intermediária no corredor	

Figura 7-4 Formulários para registro de dados para cálculo de requerimentos de espaço. O formulário (a) foi utilizado para cálculo dos requerimentos de espaço para o rearranjo das instalações do departamento de moldagem de plásticos. O tipo de prensa e o número de cada uma foram fornecidos pelo departamento de engenharia. Catálogos e folhetos de novas prensas forneceram as outras dimensões. Os formulários (b) e (c) foram utilizados para determinar requerimentos de espaço para armazenagem e serviços auxiliares (Extraídos de R. Muther, *Practical Plant Layout*, New York: McGraw-Hill Book Company, 1955)

talhado preliminar é um exemplo de avanço sobre a Fase III. Este procedimento é recomendável para áreas críticas ou de alto investimento, equipamento relativamente fixo, maquinaria pesada ou para linhas com múltiplas estações de trabalho (por exemplo, uma linha de montagem com correia transportadora). Além disso, administradores e supervisores de operação tendem a confiar nos requerimentos de espaço pelo projetista quando podem ver um esboço do futuro arranjo.

Para áreas onde o equipamento pode ser movimentado facilmente, não devemos ser muito ana-

líticos no estudo do arranjo. Isso é trabalho para a Fase III. Devemos dar atenção adequada ao esboço do arranjo físico para garantir que ele funcione, tendo em mente entretanto que esse esboço não é o arranjo que será o escolhido. Na verdade, a forma do arranjo definitivo pode ser bastante diferente do que propomos neste esboço. Contudo, esta técnica preenche os requisitos necessários para o estabelecimento dos requerimentos de espaço usados no planejamento da Fase II (arranjo físico geral).

☒ Atual ☐ Prevista

Companhia **CARTO**

Edifício A Andar Página

Depto. Marketing Setor B Folha 1 de 2

[illegible]

* Tipo de espaço: P-privado; E-semi-privado; O-aberto;

* Área: Exclui escadas, salas de descanso,

— Preenchido pelo engenheiro de layout (ou analista de layout)

Referências: a: Inclui cadeiras do executivo e auxiliares

b: Inclui cadeiras da estenografia e do auxiliar

C: Inclui cadeira da estenógrafa

d: Inclui 7 cadeiras p/ executivos, 3 p/ estenógr. e 18 p/ auxiliares

Preenchido por: O.M.C.

— Data 3-8

Figura 7-5 Cálculo dos requerimentos de espaço para um setor de escritórios. Este exemplo mostra as informações levantadas para a mudança do setor. Se as operações, a organização e o pessoal forem modificados na nova instalação deverá ser preenchida uma nova folha

Projeção de tendências

Este método so e empregado para requerimentos gerais de espaço. Dos cinco métodos, é o menos preciso. Todavia, em termos de planejamento a longo prazo ele pode ser completamente suficiente, especialmente no caso de escritórios e depósitos, onde o equipamento é facilmente movimentado, o investimento fixo é relativamente baixo e os itens podem ser usados para mais de um fim.

O método de projeção de tendências estabelece uma relação entre a área e algum outro fator. Por exemplo, metro quadrado por pessoa empregada ou metro quadrado por homens por hora por ano.

Pesquisando períodos passados, estabelecemos relações para cada período. Através da comparação dessas relações nos diversos períodos passados, podemos levantar uma tendência para a relação. Estendemos então nossa relação procurando seu valor provável. A partir daí poderemos calcular o espaço necessário para atender a essas previsões. A Fig. 7-8 nos mostra um exemplo.

Talvez o melhor índice seja metro quadrado por unidade produzida. Outros índices que podem ser usados são metro quadrado por cruzeiro de investimento ou metro quadrado por operação.

Formulário de características e área das atividades

Até aqui neste capítulo tratamos do total, quantidade ou tamanho do espaço necessário.

Realmente, no planejamento do layout, o conceito de espaço envolve total, tipo e forma ou configuração. Na determinação dos requerimentos de espaço para cada atividade, poderíamos logicamente considerar também as características físicas e requerimentos especiais que diferenciam seu tipo e forma.

Quando registramos nossos requerimentos de espaço para cada subatividade (subárea) devemos indicar todos os dados que se relacionam com o espaço. Isso pode ser feito utilizando-se o Formulário de características e áreas das atividades (Fig. 7-9).

Esta folha pode ser usada como capa — com a área total requerida escrita na linha de cima e cada uma das subatividades ou subáreas listadas em linhas separadas abaixo. Ou uma folha pode ser usada para cada um dos departamentos ou subáreas envolvidos, com as subáreas listadas em cada linha. Além disso, diversas folhas podem ser utilizadas para as várias atividades da fábrica, outra folha para as áreas de escritórios e ainda outra folha para as áreas externas ou pátios com uma folha-resumo como capa.

As atividades serão identificadas — nas colunas da esquerda — pelo número e pelo nome. A terceira coluna conterá a área necessária em metros quadrados, determinada por um dos cinco méto-

dos descritos anteriormente. A área total será escrita no alto do formulário ao lado do nome da atividade. Nas partes central e direita especificaremos as características físicas e a forma ou configuração exigida pela área em questão. À esquerda do centro existem cinco colunas onde as características principais de cada subatividade podem ser anotadas.

No que diz respeito aos suprimentos e serviços auxiliares não temos ainda informações completas. Não sabemos ainda, por exemplo, qual o diâmetro dos tubos e que pressão de água será necessária.

Ainda mais, sabemos que certos tipos de operações, água e sistemas de drenagem são partes vitais da instalação. Portanto, um sistema para classificar a importância relativa dessas características é necessário, mas neste estágio não nos envolveremos em detalhes de capacidades ou especificações para os serviços e suprimentos. Mais uma vez utilizamos o sistema de classificação das vogais. A vogal apropriada é colocada para cada suprimento ou serviço auxiliar necessário.

Notar que usamos um traço quando nenhum suprimento ou serviço auxiliar é necessário. As letras nos mostrarão onde teremos dificuldades com certas características da instalação.

Na última coluna, à direita, são anotadas as exigências de forma ou configuração do espaço. Certos equipamentos ou processos de fabricação influenciam muito na disposição espacial do layout. De um modo geral, áreas de armazenagem e de montagem, não pertencem a essa classe, e nesse caso não se necessita de nenhuma anotação nesta coluna.

As referências são colocadas no final da folha. Algum comentário adicional que desejarmos fazer é aí colocado e codificado de maneira que se pode retornar ao ponto a que ele se refere, colocando as chamadas A, B, C ou D.

Um resumo do total e a natureza do espaço são necessários, quer sejam ou não usados formulários de características e área das atividades. Ao se fazer isso, devem-se usar as mesmas atividades utilizadas na análise de fluxo de materiais e na carta de interligações preferenciais, os mesmos números de identificação, com a mesma ordem.

Requerimentos de espaço x espaço disponível

Geralmente, um projeto de arranjo físico é mais determinado pelas limitações de espaço do que por qualquer outro fator, exceto o investimento de capital. As restrições dos investimentos geralmente levam a economias de espaço de edifícios ou novas construções.

Uma coisa é indiscutível: na maioria dos casos, o projetista não tem o espaço que deseja, seja em tamanho ou em configuração. Isso significa que haverá necessidade de um balanceamento entre o espaço requerido e o espaço disponível. Esta fase do

MÉTODO DA CONVERSÃO

Fábrica Lab. Roberts Projeto 35498
 Por R. S. Godinho Assistente J. Figueira
 Data 1-3 Folha 1 de 1

Base (ano, período, quantidade) das colunas e, f, g +2 anos de vendas Colunas h, j, k +4 anos de vendas

a Atividade, a área ou departamento	b Área atualmente ocupada Unidade (m ²)	c Ajuste + ou - (m ²)	d Deveria ser agora	e Variação (%)	f Área necessária determinada (m ²)	g Área planejada (m ²)	h Variação (%)	i Área necessária determinada (m ²)	k Área planejada (m ²)
1. Estoque de peças	3	+7	10	0	10	7	+20	15	15
2. Torno	37	+56	93	-15	79	79	+10	102	18
3. Bronzear	6	+6	12	+50	18	14	+75	21	18,5
4. Niquelar	5	+5	10	+20	12	10	+50	15	15
5. Dourar	4	+10	14	+10	15,5	15,5	+30	18	19
6. Soldar	18	+20	38	-5	36	36	+10	42	42
7. Limpar/areia	4	+4	8	+5	8,5	8	+10	9	9
8. Colocar marca	18	+20	38	+20	45,5	40	+10	49,5	46,5
9. Testar	2	+2	4	+25	5	5	+30	5	5
10. Forno a vácuo	2	+7	9	+10	10	9,5	+30	13,5	13,5
11. Tubo de exaustão	15	+20	35	+20	42	37	+50	44	42
12. Preparação do gás	1	+3	4	+30	5	5	+25	5,5	5,5
13. Recepção	14	0	14	+10	15,5	15,5	+40	16,5	16,5
14. Expedição	19	0	19	+10	21	18	+20	23	23
15. Escritório e sala de descanso	28	-2	26	0	26	24	+30	34	28
16.									
17.									
18.									
TOTAIS	176	+158	334	-	334,9	323,5	-	413	396,5

NOTAS:

Figura 7-6 O método da conversão. Antes da conversão das áreas atuais nas áreas planejadas, devem ser levados a efeito vários passos. Primeiro, o espaço atual deve ser transformado "do que é agora" para "o que deveria ser agora" para que o trabalho seja perfeito. Isto é feito na coluna *d*. As outras colunas deverão ser completadas de acordo com a base, que é especificada na parte superior da folha. O exemplo mostrado é da expansão de uma pequena companhia de produtos eletrônicos. Observar que o método foi usado para uma expansão imediata, com as colunas *e*, *f* e *g* baseadas em dois anos de vendas (previstas) e assim foi planejado o espaço necessário para quatro anos

Página 4 GR. 1 até GR. 9		
Código	Descrição	Área mínima necessária m ²
Tornos GR. 1 até GR. 12		
GR-1B	BD de bancada	0,40
GR-1-B	BD de pedestal	0,40
GR-1-B	H. 4700	0,65
GR-1-B	Heavy Duty	1,70
GR-1-C	Pedestal	0,65
GR-1-S	ST 14	1,70
GR-1-S	Padrão	1,50
GR-1-V	Van Norman	4,20
GR-1-W	WST-2	1,10
GR-2-B	BDG-220	6,00
GR-2-H	HST-73	9,50
GR-3-G	AVA-125	11,10
GR-3-H	HST-03	

Figura 7-7 Cálculo dos requerimentos de espaço utilizando padrões de espaço predeterminados. O exemplo é de uma fábrica que opera várias centenas de máquinas-ferramenta. A "área mínima necessária" (em m²) é estabelecida multiplicando-se o comprimento pela largura, acrescentando-se 0,6 m no lado do operador 0,45 m nos outros três lados. Esses dados são multiplicados por um fator de correção que varia de 1,3 (*layouts* comuns) a 1,8 (*layouts* com problemas de movimentação). Quase todas as empresas podem estabelecer esses tipos de padrões de espaço. A organização dos dados para facilitar o acesso e a estimativa do fator de correção são as duas limitações práticas mais importantes deste método

		2 anos atras	2 anos atras	Este ano	Daqui a 2 anos	Daqui a 5 anos
A	1 Vendas líquidas	385M	855M	1,300M	1,800M	2,600M
	2 Número de peças produzidas	805	1,720	2,660	3,800	5,500
	3 Mão-de-obra direta	15	35	51	(1 ÷ 7) 67	(1 ÷ 7) 93
	4 Mão-de-obra indireta	8	11	16	(1 ÷ 8) 20	(1 ÷ 8) 24
	5 Área de fabricação (m ²)	5,250	11,000	17,000	(1 ÷ 9) 22,500 (3 x 11) 23,400 (2 x 13) 24,700	(1 ÷ 9) 30,600 (3 x 11) 32,600 (2 x 13) 35,800
	6 Área de escritórios (m ²)	750	1,600	2,100	(1 ÷ 10) 2,840 (4 x 12) 2,700	(1 ÷ 10) 3,900 (4 x 12) 3,200
B	7 Vendas líquidas por mão-de-obra direta	\$25,600	\$24,400	\$25,500	27,000	28,000
	8 Vendas líquidas por mão-de-obra indireta	48,200	77,600	81,300	90,000	110,000
	9 Vendas líquidas por m ² (fabricação)	73	78	77	80	85
	10 Vendas líquidas por m ² (escritório)	514	535	620	635	665
	11 Área (fabric.) por operário (fabric.)	350	315	334	350	350
	12 Área (escrit.) por funcionário (escrit.)	94	145	131	135	135
	13 Área (fabric.) por peça produzida	6.5	6.4	6.4	6.5	6.5

- A. Tomados dos arquivos da companhia.
- B. Índices derivados dos dados de A.
- C. Previsão de vendas e produção.
- D. Índices estimados.
- E. Força de trabalho calculada com bases nas previsões de C e índices de D.
- F. Área calculada com base em C, E e D.

Figura 7-8 Método da projeção de tendências para o cálculo dos requerimentos de espaço. Foram levantados dados sobre vendas atuais e passadas, produção, mão-de-obra e área utilizada (A). Com base nesses dados foram estabelecidos os índices (B). Daí os dados de produção e vendas são projetados para períodos futuros (C) e os índices são também previstos (D). Usando todos esses dados são calculadas as áreas necessárias

FORMULÁRIO DE CARACTERÍSTICAS E ÁREA DAS ATIVIDADES

Atividade			Características físicas necessárias										Fábrica <u>São Bernardo</u> Projeto <u>477-C3</u> Por <u>H.C. Hugo</u> Assistente Data <u>1-7</u> Pág. <u>3</u> de <u>4</u>	
Nº	Nome	Área em m ²	Abertura p/ iluminação nat.	Carga máxima do teto	Carga máxima do piso	Espacamento das colunas	Águas e drenos	Vapor	Ar comprimido	Fundações ou poços	Risco de fogo ou explosão	Ventilação especial	Sistemas elétricos especiais	Requerimentos de forma e configuração da área (espaço) e razões
Serviço aéreo de bordo		Total: <u>239,70</u> [Ⓐ]	Unidade de entrada e total				Importância relativa das características A - Absolutamente necessário E - Muito importante I - Importante - Desnecessário O - Pouco importante							Requerimentos especiais e suas justificações
			m	Rg	m ²	m								
1.	A	Escritório	19,50	2,5	50	3X		-	-	-	-	-	-	
2.	B	Teste da comida	22,80	2,5	50	3X		I	-	-	-	-	-	
3.	C	Limpeza	26,00	2,5	50	3X		A	E	-	-	I	-	
4.	D	Embalagem	27,90	2,5	50	3X		-	-	-	-	-	-	
5.	E	Sobremesa	29,70	3,5	50	6X		A	-	-	-	E	-	Usar cobertura existente
6.	F	Alimentos quentes	22,30	3,5	50	6X		A	A	-	-	E	-	" " "
7.	G	Saladas e sanduiches	26,00	2,5	50	6X		A	-	-	-	-	-	
8.	H	Despensa	48,80	3,5	50	6X		-	-	-	-	-	Ⓒ	
9.	I	Estoque alimentos	11,10	3,5	50	6X		-	-	-	-	-	-	Retangular 0,45 x 2,50
10.	-	Bebidas	4,60	3	50	3X		A	-	-	-	Ⓐ	/	
11.	Não assinalados		Ⓐ 1,00	2,5	50	-		-	-	-	-	-	-	
12.														
13.														
14.														
15.														

- Referências
- Ⓐ Não inclui 32 m² da sala de descanso
 - Ⓐ Espaço do corredor para entrada
 - Ⓒ Necessita refrigeração
 - Ⓐ O ventilador agora está sendo usado

Figura 7-9 Formulário de características e áreas das atividades. Estes documentos possuem quatro partes principais (a) as áreas para cada atividade, (b) características físicas inerentes à estrutura do edifício, (c) as características pertinentes aos suprimentos e serviços, (d) requerimentos especiais que influenciam a disposição do *layout*

sistema SLP está diretamente envolvida com os Quadros 4 e 5 (Requerimentos de espaço e Disponibilidade de espaço).

O problema do balanceamento entre os requerimentos e a disponibilidade de espaços se divide em três partes:

1. O espaço disponível será adequado?
2. As divisões do espaço disponível (edifícios, andares, salas) serão satisfatórias para as várias áreas (departamentos, atividades) requeridas?
3. As características ou condições do espaço disponível ou divisões de espaço serão adequadas para o trabalho a ser executado nas diversas áreas?

O grau de balanceamento necessário é normalmente um simples caso de soma ou comparação.

Se os requerimentos de espaço não se ajustarem, devemos comprimi-los. De modo geral, não se deve fazer uma redução percentual de todas as áreas envolvidas. O melhor é fazer redução em áreas das partes que afetem da menor maneira possível o projeto como um todo. Isso significa classificar as áreas (usando por exemplo a classificação das vogais) para decidir quais as que devem manter o tamanho e quais as que devem diminuir.

Geralmente áreas abertas, flexíveis, e sem equipamento fixo se incluem nas que sofrem redução. Depois de tudo, pode-se conseguir de alguma maneira encontrar espaço para depósitos e escritórios. Mas esta é também uma causa de diversos arranjos serem projetados sem áreas adequadas de armazenagem e serviços.

Além do balanceamento, um trabalho bastante difícil é combinar as várias divisões do espaço disponível com as áreas individuais. Isso influi na área total e nas condições dos espaços necessários. Quanto mais dividido o espaço disponível, e quanto mais diversificadas suas características, mais difícil será o arranjo e maior a probabilidade de aparecer espaços perdidos e ociosos.

Alguma forma de balanceamento visual é útil na prática. O diagrama da Fig. 7-10 é um exemplo. Este método, quando codificado com cores, números e símbolos (representando condições de espaço, grau de prioridade, possibilidade de redução ou fixação de localização), pode ser usado para os problemas mais complicados de ajuste de espaços. Em casos complexos, podemos aceitar certos da-

dos de espaço e ajustá-los mais tarde quando da instalação efetiva do projeto.

Conclusão

Devemos recordar que há mais de uma maneira de se resolver o problema da limitação de espaço. A maneira mais fácil é solicitar a alta administração mais espaço ou mais recursos financeiros para construir, o que não é possível na maioria dos casos. Alguns meios de ação possíveis para a obtenção de "espaço adicional" são apresentados a seguir:

1. Aumentar horas de trabalho: terceiro turno, fins de semana, horas extras.
2. Melhorar métodos, processos e equipamento.
3. Melhorar o projeto dos produtos ou simplificar a linha de produtos ou componentes.
4. Rever a política de estoques, possivelmente com plano de distribuição revisado.
5. Analisar o planejamento e controle da produção para se obter mais dos recursos existentes.
6. Iniciar uma campanha de limpeza e aproveitamento de refugos para conseguir mais espaço.
7. Rearranjo do layout existente para a melhor utilização do espaço — mesmo que alguma coisa possa ser sacrificado.
8. Utilizar uma solução vertical — com equipamento mecânico de movimentação de materiais, empilhamento e serviços de armazenagem em mezaninos.
9. Alugar terrenos adjacentes e movimentar para lá áreas de estocagem e escritórios, liberando assim o espaço para expansão das operações na fábrica. O uso de armazéns públicos recai nesta categoria.
10. Comprar, em certos casos, é melhor do que fabricar itens acessórios. Mandar fazer fora certos produtos ou componentes.
11. Vender o prédio atual pode ser melhor do que expandir. Comprar ou alugar outros.
12. Descentralizar. Dividir as operações em dois ou três grupos e distribuí-los em prédios disponíveis ou alugados em outros lugares.
13. Comprar ou fundir com outra empresa e integrar o trabalho de ambas.

Para servir de sumário deste capítulo temos a Fig. 7-11. Ela descreve o procedimento para a determinação dos espaços necessários para um projeto de layout.

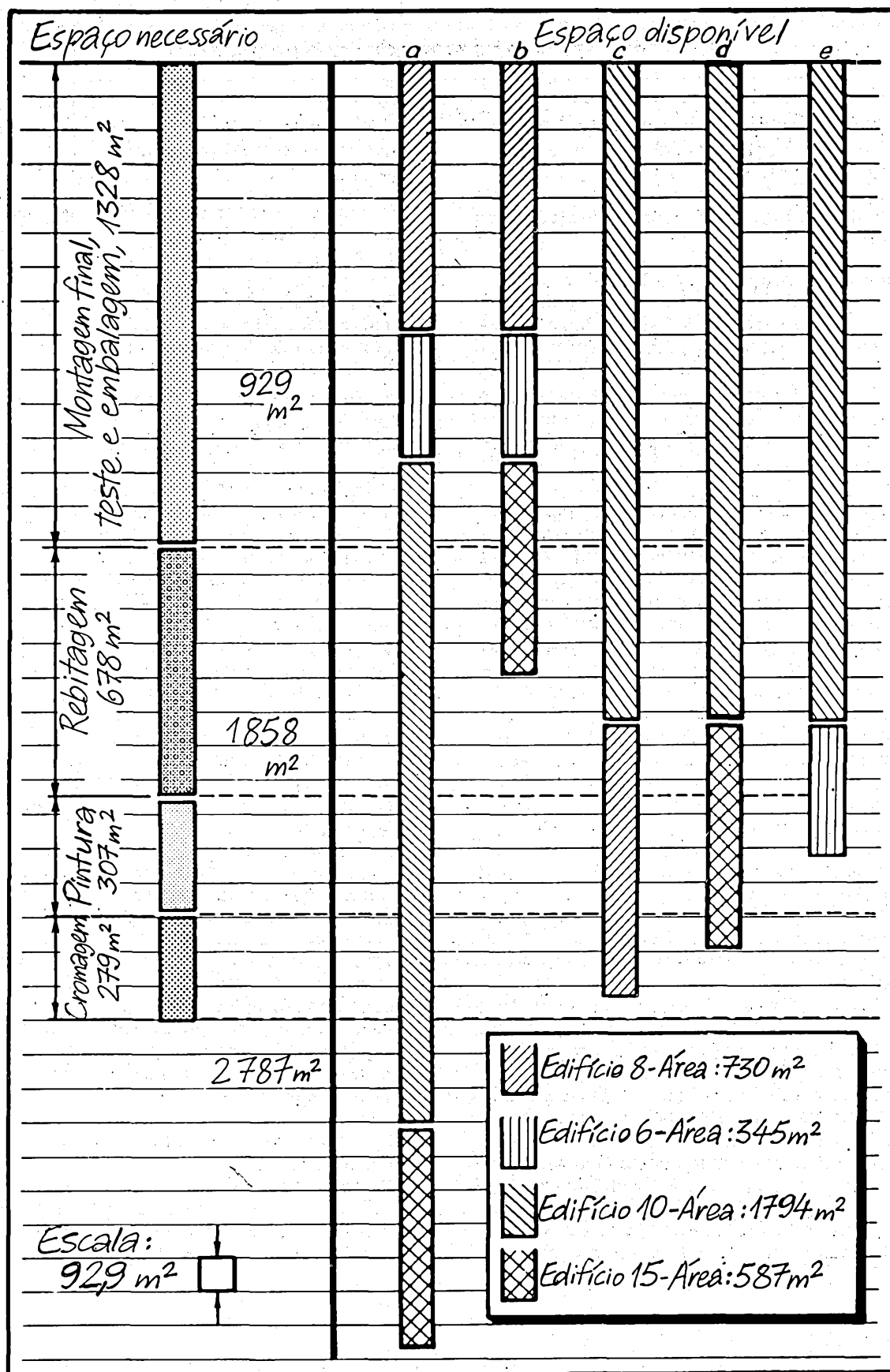


Figura 7—10 Balanceamento entre requerimentos e disponibilidade de espaço. A utilização de um diagrama, como o da figura, é bastante recomendável. O espaço necessário está à esquerda; o espaço disponível está à direita

PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DE ESPAÇOS

1. Identificar as atividades (áreas ou características) utilizando a mesma simbologia e numeração empregadas na análise de fluxo de inter-relações.
2. Identificar as máquinas e os equipamentos (de operação e de suporte).
3. Determinar para as atividades de operação:
 - a. Os requerimentos de espaço, baseados em P, Q e R, e nos tempos de operação.
 - b. A natureza e a condição de cada área.
4. Determinar para as atividades de suporte:
 - a. Os requerimentos de espaço, baseados em P, Q e R, e nos tempos de trabalho.
 - b. A natureza e a condição de cada área.
5. Reunir a soma e a condição do espaço requerido e comparar com o espaço disponível.
6. Ajustar, balancear e aprimorar.

Figura 7-11 Procedimento para distribuição de espaços

capítulo 8

DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES ENTRE ESPAÇOS

Agora estamos prontos para começar a trabalhar do Quadro 6 do sistema SLP — Diagrama de inter-relações entre espaços. Nesta fase já determinamos as inter-relações entre as atividades, o fluxo (diagramados sob a forma de arranjo geográfico) e os requerimentos de espaço para cada atividade já convenientemente balanceados segundo a disponibilidade de espaço. Agora incluiremos o espaço em nosso diagrama.

Adaptação do espaço ao diagrama

Na adaptação do espaço ao diagrama, novamente teremos as alternativas de procedimento:

1. Ajustar os espaços levando em conta somente o diagrama de fluxo.
2. Ajustar os espaços levando em conta somente o diagrama de inter-relações das atividades.
3. Ajustar os espaços levando em conta um diagrama combinado de inter-relações de fluxo e outras atividades.

Conforme vimos no Cap. 5, o método escolhido dependerá da importância relativa do fluxo de materiais e das inter-relações dos serviços de suporte.

Quando utilizamos o diagrama de fluxo como base, transformamos cada atividade representada no diagrama pelo símbolo característico no tamanho que lhe foi atribuído. Para a representação dessas áreas deveremos utilizar uma escala conveniente. Este trabalho será bastante facilitado se utilizarmos papel quadriculado.

Cada atividade continuará a ser identificada pelo símbolo, número e possivelmente o nome, sendo que agora deveremos acrescentar a área (em metro quadrado). Desta maneira, além da quantificação da área (em metro quadrado) teremos a visualização do espaço em tamanho. A Fig. 8-1 nos mostra um exemplo.

O procedimento é sempre semelhante a esse quando trabalhamos a partir do diagrama de inter-relações de atividades, seja o caso de serviços de suporte ou de um diagrama combinado. O símbolo de cada atividade tomará a forma específica da área da atividade dentro da escala conveniente. Manteremos o mesmo arranjo geográfico do diagrama de inter-relações entre atividades e cada área será identificada de forma análoga à utilizada nas cartas e diagramas anteriores (ver a Fig. 8-2).

Nos diagramas de inter-relações entre espaços podemos fazer uma série de aperfeiçoamentos a fim de mostrar informações particulares pertinen-

tes ao projeto do arranjo em questão. Esses aperfeiçoamentos dizem respeito: os prédios existentes x novas construções; ao número de empregados; à necessidade e aos lucros potenciais da expansão ou mudança de localização de alguma atividade; à dificuldade de rearranjo; às condições requeridas pela área e à conveniência das instalações atuais.

Todos esses aperfeiçoamentos podem entrar no diagrama devidamente codificados através da utilização de cores, símbolos, letras etc. A Fig. 8-3 nos mostra um exemplo. Em arranjos complexos, essas anotações podem fazer com que o diagrama fique muito confuso. Nesses casos é melhor tirarmos várias cópias do diagrama, utilizando cada uma delas para cada tipo de informação. (O Apêndice XIII fornece detalhes para o caso de edifícios com vários andares.)

Se a localização do arranjo já está definida, pode ser conveniente fazer o diagrama de inter-relações entre espaços diretamente sobre as plantas do edifício existente. Isso pode nos levar a saltar etapas durante o planejamento. Mas ao mesmo tempo pode nos levar a tirar conclusões apressadas, perdendo-se uma oportunidade real para fazer importantes melhoramentos e grandes contribuições para o arranjo. Para melhores resultados, devemos fazer o diagrama de espaço abstraindo as restrições, como colunas, paredes, plataformas já existentes no edifício, a fim de que possamos construí-lo conforme o diagrama de inter-relações. Mais tarde, na fase de adaptação do diagrama de inter-relações entre espaços teremos oportunidade de considerar todas as limitações relativas às construções já existentes ou a outros fatores fixos.

Por outro lado, se sabemos a priori que certas características não poderão ser mudadas (paredes, colunas etc.), deixa de ser interessante caminhar-mos todo o tempo em busca do diagrama ideal. Será bem melhor levar em conta as características físicas e a forma do espaço disponível e fazer o diagrama a partir desses dados. Desde que estejamos certos de que não há possibilidade de deixar de considerar nenhum melhoramento, esse é o caminho a seguir; mas devemos estar conscientes de que uma análise mal feita nesta fase pode fazer com que se percam economias potencialmente existentes.

Na construção do diagrama de espaço a partir da planta do edifício existente será interessante utilizar papel quadriculado transparente sobre a planta do edifício ou uma planta em papel transpa-

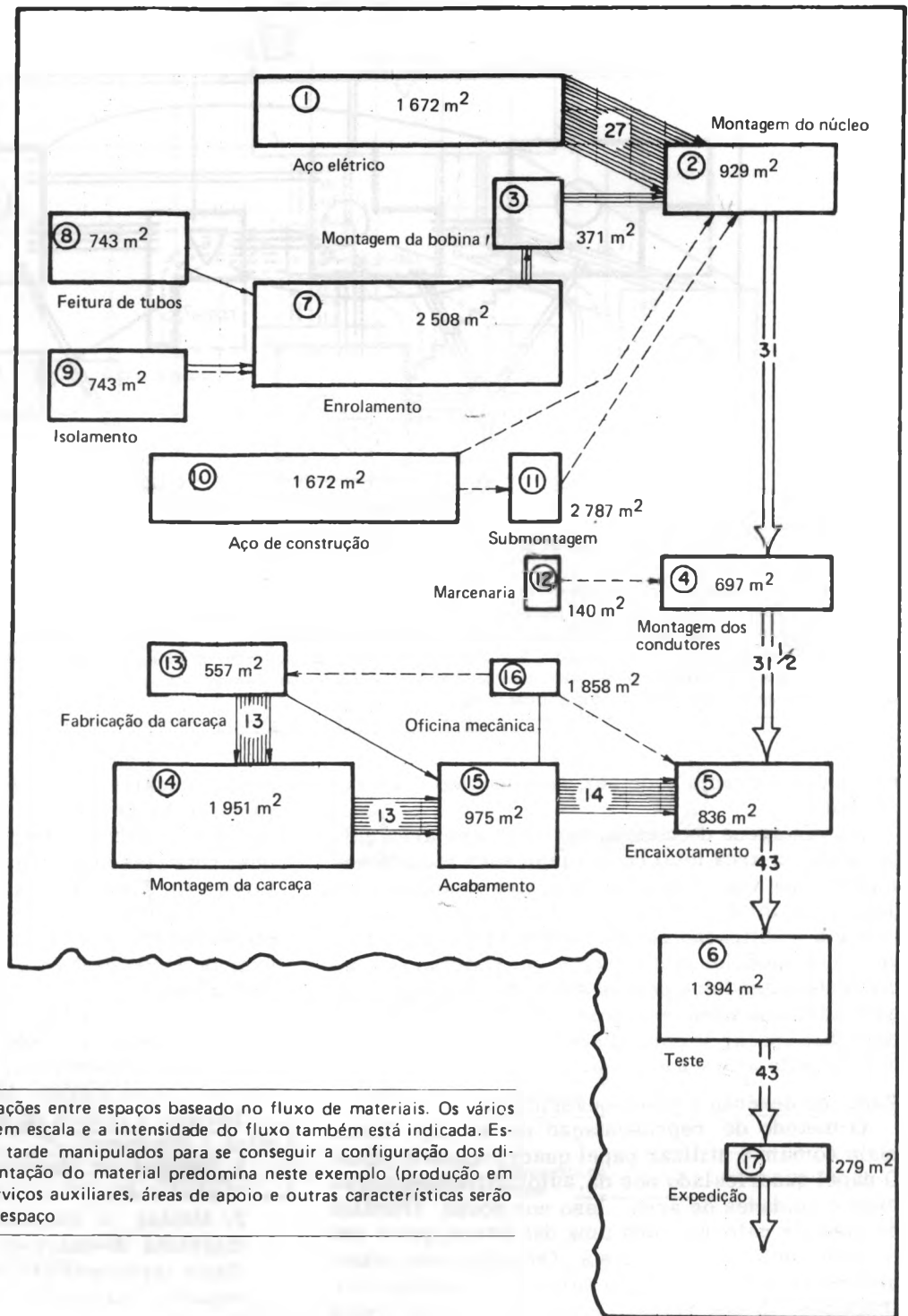


Figura 8-1 Diagrama de inter-relações entre espaços baseado no fluxo de materiais. Os vários departamentos estão desenhados em escala e a intensidade do fluxo também está indicada. Esses blocos de espaços serão mais tarde manipulados para se conseguir a configuração dos diversos departamentos. A movimentação do material predomina neste exemplo (produção em massa de transformadores). Os serviços auxiliares, áreas de apoio e outras características serão acrescentados na fase de ajuste do espaço

rente sobre a folha quadriculada. Na Fig. 8-4 encontramos um exemplo da construção de um diagrama de inter-relações entre espaços a partir da planta de um edifício já existente.

Ajuste das inter-relações entre espaços

Como podemos ver pelas ilustrações e testes anteriores, praticamente já temos nosso arranjo. Com efeito, uma carta de inter-relações entre espaços já é um arranjo, desde que os espaços tenham sido reunidos e adaptados de forma correta.

Esta reunião e adaptação dos espaços pode ser feita de duas maneiras:

1. Esboçando (em escala, no papel quadriculado) várias combinações das alternativas dos ajustes e configurações das atividades envolvidas.
2. Movimentando blocos de área unitária para cada uma das áreas envolvidas, montando com eles vários arranjos.

As vantagens do primeiro método são: pronta disponibilidade; cada alternativa é registrada; ge-

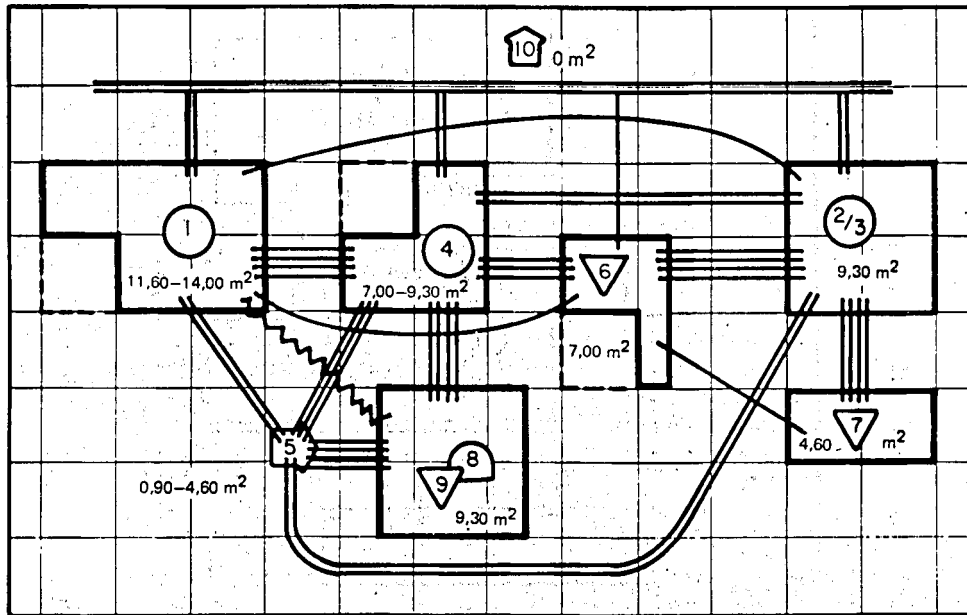


Figura 8-2 Diagrama de inter-relações entre espaços (referente às Figs. 5-2 e 6-5). O espaço disponível é colocado na atividade correspondente. Existem faixas de espaço estabelecidas quando os requerimentos de espaço são determinados. Essas faixas são diagramadas desenhando-se em linha cheia o correspondente ao espaço mínimo e em linha pontilhada o correspondente ao máximo. Pode-se observar que algumas atividades foram combinadas: 9 e 8, 2 e 3. Quando isso acontece, as linhas de inter-relações são mantidas. Na prática, cada inter-relação para atividades combinadas deve ser reexaminada pois, por exemplo, duas ligações de linha simples (uma linha) não são necessariamente iguais a uma ligação dupla (duas linhas)

ralmente o arranjo pode ser reproduzido com facilidade.

As vantagens do método dos blocos de área unitária são: a área total do arranjo será medida somente uma vez, o que no primeiro método se faz para cada um dos esboços; a economia de tempo, já que a codificação dos blocos é feita somente uma vez; e os modelos dos espaços, que poderão ser facilmente entendidos pelo pessoal de operação, da alta administração e outros que hesitam em ler desenhos apesar de estar dispostos a auxiliar no que diz respeito às "suas" áreas.

Papel de desenho e papel quadriculado

O método de representação do arranjo físico mais comum é utilizar papel quadriculado e lápis. O papel quadriculado nos dá, automaticamente, escala e unidades de área. Isso nos poupa trabalho de medir e calcular cada uma das áreas, que é um trabalho típico de desenhista. Ou seja, nos simplesmente consideramos o número de quadrados e traçamos linhas retas. Projetistas experientes chegaram à conclusão de que podem economizar tempo e diminuir o número de erros convertendo a unidade de área em termos de números de quadrados e simplesmente considerar essas unidades (número de quadrados de cada atividade) durante a diagramação. Na verdade, o espaço extra na primeira coluna do Formulário de características e área das atividades em geral é usada para registrar o número de quadrados apesar de no exemplo da Fig. 7-9 esta coluna ser usada para a identificação alfabética de cada atividade.

É necessário escolhermos uma escala lógica para a folha quadriculada que utilizaremos. A maioria

dessas escalas já foi estabelecida segundo um levantamento de plantas de edifícios e áreas já existentes. Devemos, sempre que possível, fazer com que nossa escolha recaia sobre uma delas. Mais tarde, na Fase III, usaremos as escalas 1:50 ou 1:100. Mas neste estágio estaremos trabalhando no projeto geral, não detalhado, e ele deve se integrar de modo prático a todos os desenhos e plantas disponíveis.

O ideal, nesta fase, é utilizar as escalas 1:100 ou 1:500. Quando acontecer de o espaçamento entre as colunas ser regular e constante, pode-se utilizá-lo como medida de área.

Durante a feitura do diagrama, em geral, se aplica o que segue:

1. Manter as mesmas convenções (números, símbolos etc.)
2. Manter os mesmos arranjos geográficos do diagrama de inter-relações entre atividades. (Mais tarde teremos muito tempo para juntar, separar, fazer mudanças e todos os ajustes que forem necessários.)
3. Espalhar as atividades de tal forma que as linhas representando as inter-relações possam ser desenhadas. (O diagrama será mais fácil de ler se as linhas representando as inter-relações não se embaralharem muito.)
4. Em geral, os blocos devem ser, a priori, retângulos, exceto quando se exige uma forma diferente ou quando um número ímpar de quadrados torna mais fácil distorcer o retângulo. (As áreas tomarão forma quando tentamos juntá-las umas às outras.)
5. Evitar que as linhas de inter-relações toquem outras áreas que não as que as ligam. Al-

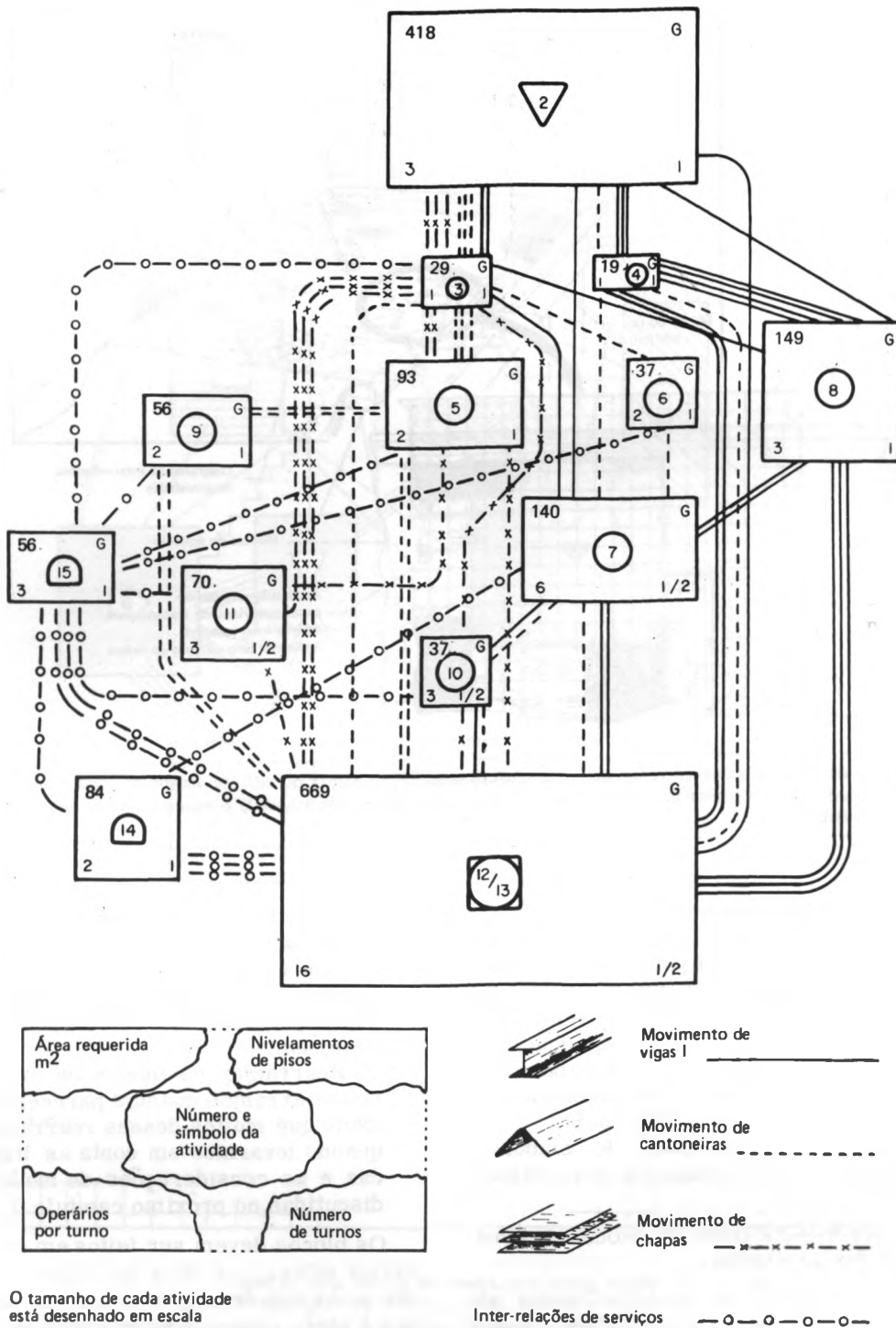


Figura 8-3 Diagrama de inter-relações entre espaços, com alguns refinamentos, empregado no rearranjo de uma fábrica de estruturas metálicas. As atividades estão desenhadas em escala com base nos requerimentos de espaço

gumas vezes isso pode causar congestionamento das linhas. Neste caso será melhor desenhá-las passando por outras áreas mas adotando uma linha pontilhada na seção em que cortar essas áreas.

6. Trabalhar em preto e branco para maior velocidade e fidelidade na reprodução. Quando o diagrama estiver completo, é interessante colorir cada área (total ou somente nas bordas), o que realçará cada uma e facilitará sua identi-

ficação. Ou poderemos utilizar um código em preto e branco. Nestes casos devemos utilizar os padrões aprovados pela IMMS (ver a Fig. 6-4, o Apêndice V e o sumário na última capa).

Para a pequena empresa, que não utiliza as avançadas técnicas de layout, o material a usar é lápis e papel quadriculado. A Fig. 8-5 nos mostra um diagrama de inter-relações entre espaços típicos.

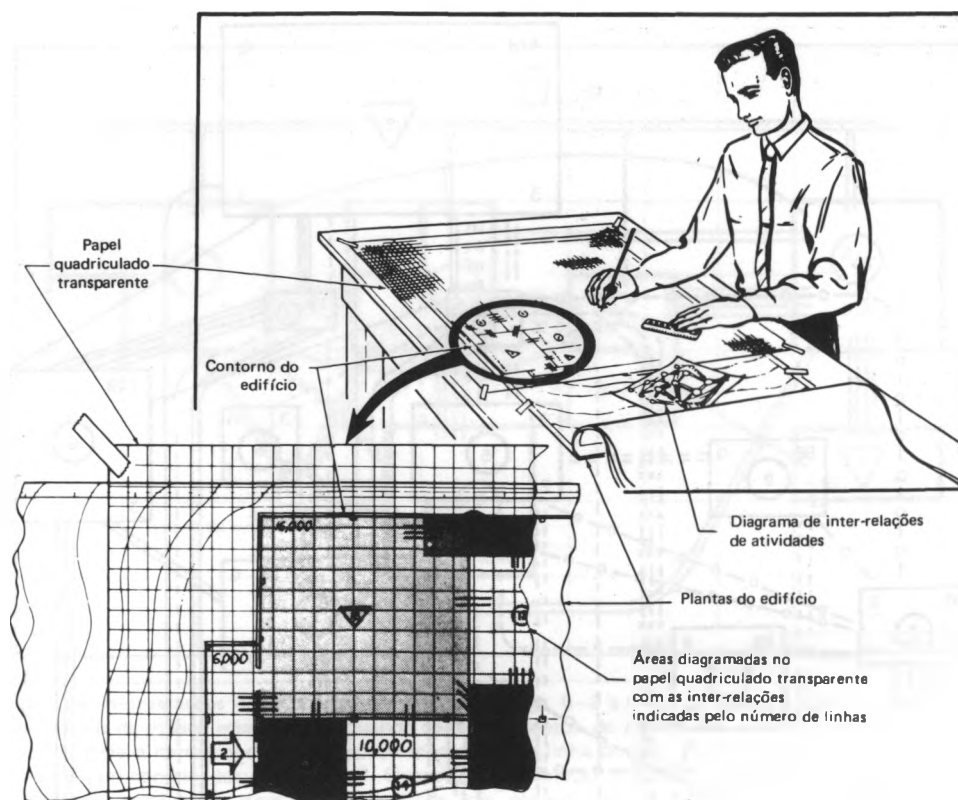


Figura 8-4 Diagrama de inter-relações entre espaços construído a partir da planta do edifício existente. Uma folha de papel quadriculado transparente é colocada sobre a planta do edifício. A partir daí, a área para cada atividade é estabelecida de acordo com o diagrama de inter-relações entre atividades

O emprego de blocos de área unitária

A teoria da área unitária é baseada no conceito de que qualquer espaço ou área pode se transformar em quase todas as formas desde que seja subdividido em incrementos ou unidades que sejam suficientemente pequenos. Se dividimos qualquer área, departamento, em unidades de espaço bem pequenas poderemos arranjar essas unidades em um número infinito de formas (ver a Fig. 8-6).

Isso é semelhante à possibilidade de elaborar qualquer projeto de casas baseado em pré-moldados.

A Fig. 8-7 nos mostra como os blocos de área unitária são usados na prática.

Os blocos de área unitária são semelhantes às áreas desenhadas em papel quadriculado, sendo que são em geral maiores, livres para serem movimentadas e mais pesadas do que papel. Quando os utilizamos, devemos proceder da seguinte maneira:

1. Dividir todas as áreas exigidas pelas várias atividades ou departamentos numa unidade de área básica.
2. Preparar blocos para todas as atividades, identificando-os.
3. Arranjar essas unidades de área em arranjos baseados no diagrama de inter-relações entre espaços — ou diagramas de espaço rascunhados a partir das inter-relações.

4. Substituir blocos grandes por menores, e vice-versa, sempre que necessário. Ao fazê-lo, devemos estar certos de que a área de cada atividade não foi trocada (pode ser que os blocos sejam perdidos ou misturados durante as substituições).

5. Rearranjar os blocos de área unitária em tantos arranjos quantos parecerem justificáveis. (Note que muitos desses rearranjos serão feitos quando levarmos em conta as limitações práticas e as considerações de mudança a serem discutidas no próximo capítulo.)

Os blocos devem ser feitos em escala. A escala básica selecionada deve ser planejada de tal forma que os blocos de área unitária não sejam menores que 1 cm^2 , caso contrário serão de difícil movimentação, perturbarão os blocos adjacentes ou serão perturbados pelo movimento destes. Os dados estabelecidos anteriormente como espaço necessário deverão ser aproximados ao número inteiro mais próximo do total de blocos de área unitária.

Esses blocos devem ser quadrados e múltiplos um do outro, geralmente com 1, 2 e 4 de comprimento e 1, 4 e 16 de área. Isso simplifica a contagem de distâncias e o cálculo de áreas, e os blocos se ajustarão melhor.

Se um módulo ou espaçamento entre colunas já foi estabelecido, devemos adaptar os blocos de área unitária a esse dado tão próximo quanto possível.

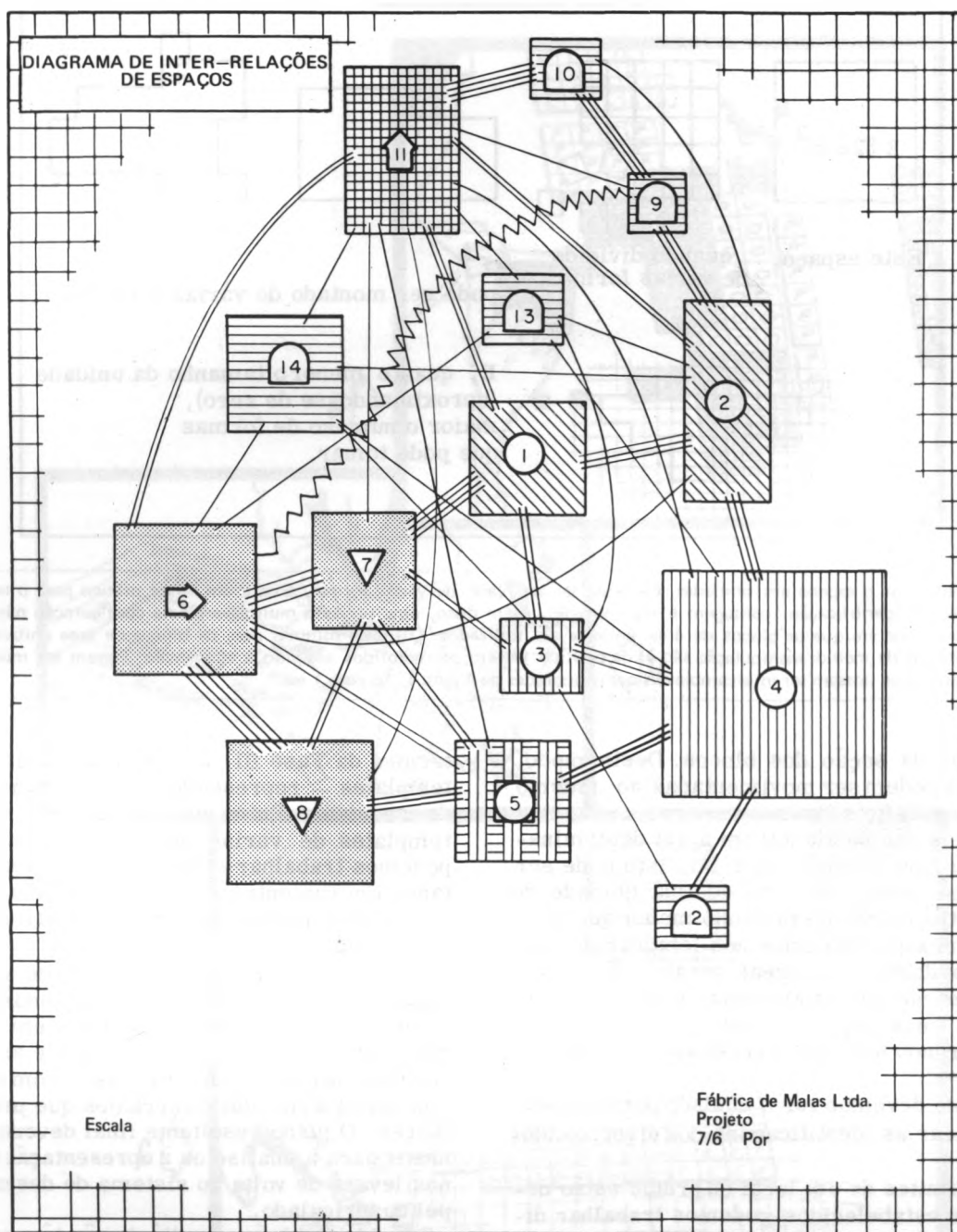


Figura 8-5 Diagrama de inter-relações entre espaços de uma fábrica de malas para linhas aéreas, turistas e escolares. O espaço para cada atividade está em escala. Um quadrado pequeno corresponde a 25 m². Depois de pronto, o diagrama pode ser colorido de acordo com as convenções. É vantajoso colorir somente o contorno interno dos retângulos. A utilização de um código em preto e branco permite reprodução mais fácil. O uso de cores facilita a consulta ao diagrama. Ver a segunda contracapa

Conforme foi apontado anteriormente, sempre que for conveniente, a escala do nosso trabalho poderá ser igual à escala das plantas já existentes. De qualquer forma, a escala deve ser tal que permita que a área total que está sendo planejada possa ser alocada em uma superfície conveniente.

Os blocos de área unitária podem ser feitos de vários materiais. Plástico é o mais indicado. Papel e papelão são muito leves. Eles voam e não ficam no local quando colocamos outros blocos juntos a eles. Plástico com adesivo ou papelão que possa ser fixado não são recomendados para esta

técnica. Frequentemente, trata-se de usar algo que estiver rapidamente a nosso alcance. Os blocos podem ser coloridos e, como já foi dito, identificado por números e símbolos para representar cada atividade ou área usando as convenções do sistema SLP ou os códigos-padrão da fábrica.

O método de arranjo de blocos é bastante simples. Ele pode começar com um arranjo que mais se aproxime do diagrama de inter-relações entre atividades ou do diagrama de fluxo de materiais.

O mais fácil é mover os blocos segurando duas régua ou outro instrumento firme, mas fino, con-

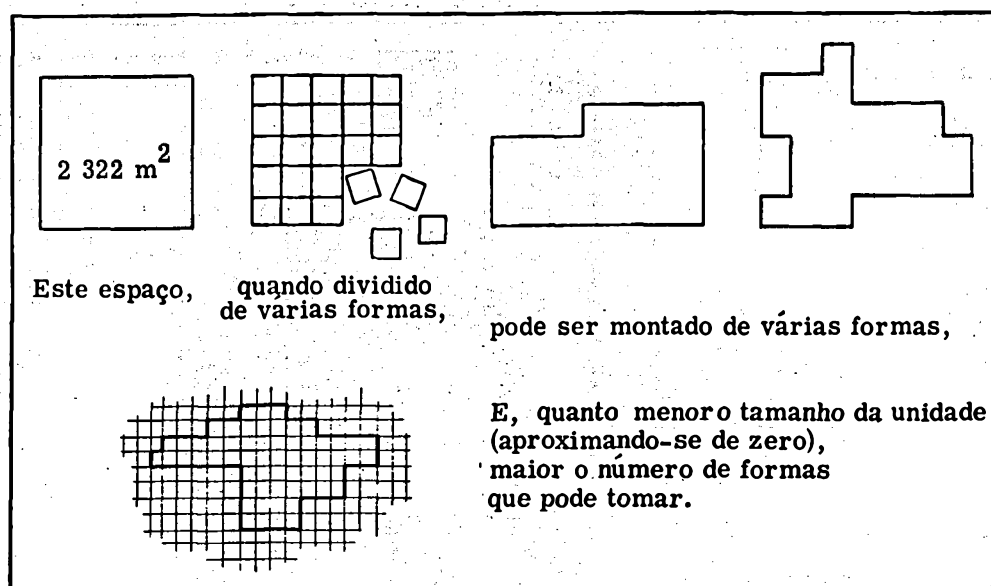


Figura 8-6 Dividindo-se o espaço em unidades, ele pode ser arranjado de várias formas. Existe um limite prático para o tamanho mínimo por questões de identificação, contagem e manipulação. Além disso, uma precisão muito grande na configuração não é exigida no arranjo físico geral, fase em que os blocos de área unitária são utilizados. O limite mínimo para os blocos de área unitária deve ser de 1 cm². Na prática, os de melhor manipulação são os de plástico. Devem ser coloridos segundo a convenção. Devem ser múltiplos de um módulo de tal forma que possam ser intercambiáveis nas proporções de 4 para 1, 16 para 1 etc.

tra dois lados da seção dos blocos. Deste modo, grandes áreas podem ser movimentadas ao mesmo tempo numa superfície lisa.

Se os blocos não se ajustarem a um determinado arranjo ou configuração espacial, isto pode ser conseguido por meio da troca de uma unidade de área por quatro blocos de tamanho menor que possibilitem o arranjo. Devemos nos lembrar de que estamos trabalhando com áreas gerais, não detalhadas, que serão depois ajustadas e rearranjadas em todos os seus aspectos; não devemos perder tempo procurando uma precisão desnecessária nesta fase.

Obviamente devemos ter o cuidado para não perder ou misturar as identificações dos diversos blocos.

Onde os limites de um local ou prédio estão definitivamente estabelecidos, podemos trabalhar diretamente na planta, utilizando a mesma escala. Do mesmo modo, em construções já existentes que não serão mudadas — ou que não é prático mudar para um novo arranjo físico — pode-se trabalhar diretamente com a planta baixa existente.

Quando planejamos um arranjo físico do andar térreo ou andares superiores de um prédio de muitos andares, o grupo de blocos pode ser arranjado lado a lado, cada arranjo representando um andar diferente. Ou um plástico transparente cobrindo a folha pode ser colocado sobre um andar e o outro ser arranjado sobre o mesmo.

Modificações

Há várias modificações que podem ser introduzidas nestes dois sistemas básicos — desenhar em papel quadriculado e blocos de área unitária. Por exemplo, pode ser prático fazer modelos, de certas máquinas — normalmente considerada uma

técnica da Fase III — e ajustá-los em blocos de templates — representando uma bateria ou grupo de máquinas. Estes são geralmente chamados de templates de várias máquinas. Do mesmo modo, podemos trabalhar com blocos de área representando um vão entre colunas do edifício, que em certos casos é melhor que utilizar metros quadrados (ver a Fig. 8-8).

Claro que é possível o emprego de uma combinação dos dois métodos. É recomendável, primeiramente, esboçar vários arranjos em papel quadriculado, abandonando os ajustes e as configurações que não pareçam práticos e, com blocos de área unitária, montar os arranjos que pareçam melhores. O plano resultante final deverá ser desenhado para a análise ou à apresentação final, o que nos levará de volta ao sistema de desenho em papel quadriculado.

Os blocos de área unitária não têm as vantagens dos templates bidimensionais de plástico transparente. Se os blocos forem colados para a reprodução, perdemos a capacidade de manipulação dos mesmos em diversos ajustes e configurações. Como resultado, o arranjo dos blocos terá de ser redesenhado ou fotografado.

Algumas vezes um bloco de templates grande é substituído por um grande grupo de áreas unitárias especialmente quando a configuração espacial já foi decidida. Geralmente papelão ou papel plastificado é usado com este objetivo. Quando se usar papelão, recomendamos a utilização de papelão colorido onde se possa imprimir uma malha quadriculada.

Registro das alternativas

O diagrama de inter-relações entre espaços serve como uma ponte entre espaço e inter-relações.

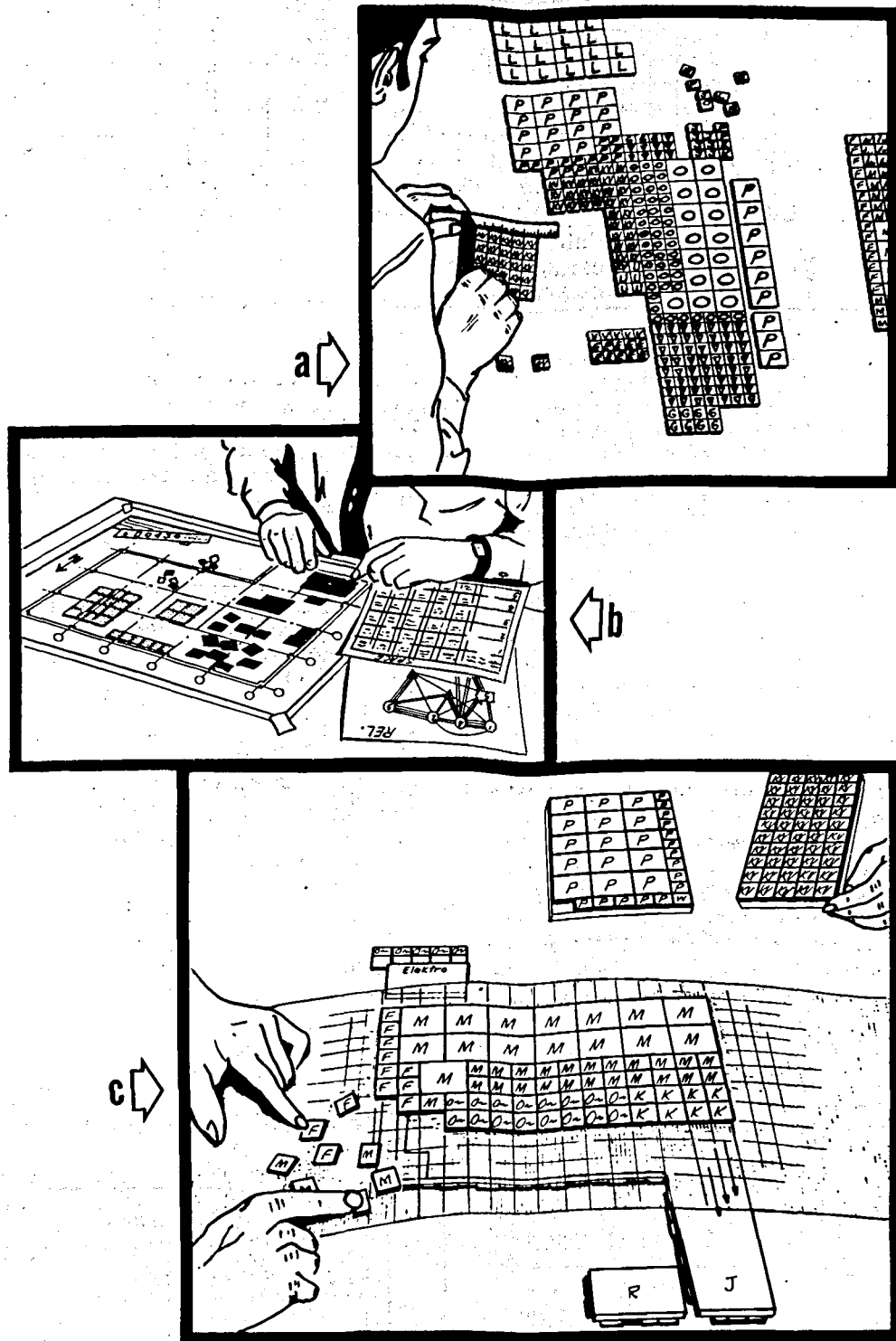


Figura 8-7 Exemplo da utilização dos blocos de área unitária. Em a é mostrado o planejamento de uma área fabril de cerca de 93 000 m². Os blocos, que são de madeira, são identificados por um símbolo e pela cor. Observe a maneira como centenas de metros quadrados, representados por blocos de área unitária, são movimentados por duas régua. b mostra a utilização de blocos coloridos no rearranjo de uma gráfica. Neste exemplo, o edifício existente não poderá ser modificado e o trabalho está sendo feito direto em cima da planta atual. Observe que o engenheiro está convertendo seu diagrama de inter-relações entre atividades e seus dados de espaço necessário (as duas folhas sob sua mão esquerda) no diagrama de inter-relação entre espaços. Em c é mostrado como blocos de área unitária foram substituídos por plástico transparente, após se conseguir a configuração desejada. Na parte superior, vemos uma seção de prensas e uma seção de montagem de chapas de aço, representadas por blocos de área unitária. Abaixo, vemos um engenheiro projetando o layout para o 2.º andar. O andar térreo já teve seus blocos de área unitária substituídos por plástico transparente

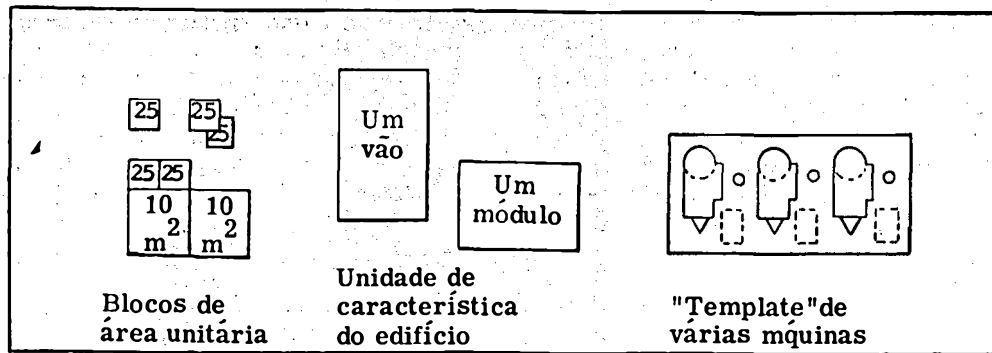


Figura 8-8 Templates de blocos utilizados no planejamento de espaço

De fato, é difícil para o projetista, quando prepara seu diagrama, resistir fazer imediatamente um ajuste do diagrama transformando-o em uma alternativa de arranjo físico (Fig. 8-9). Quando o projetista faz uma série de ajustes no diagrama de

inter-relações entre espaços inicial, ele já está envolvido com as várias considerações de mudança e limitações práticas a serem discutidas no próximo capítulo.

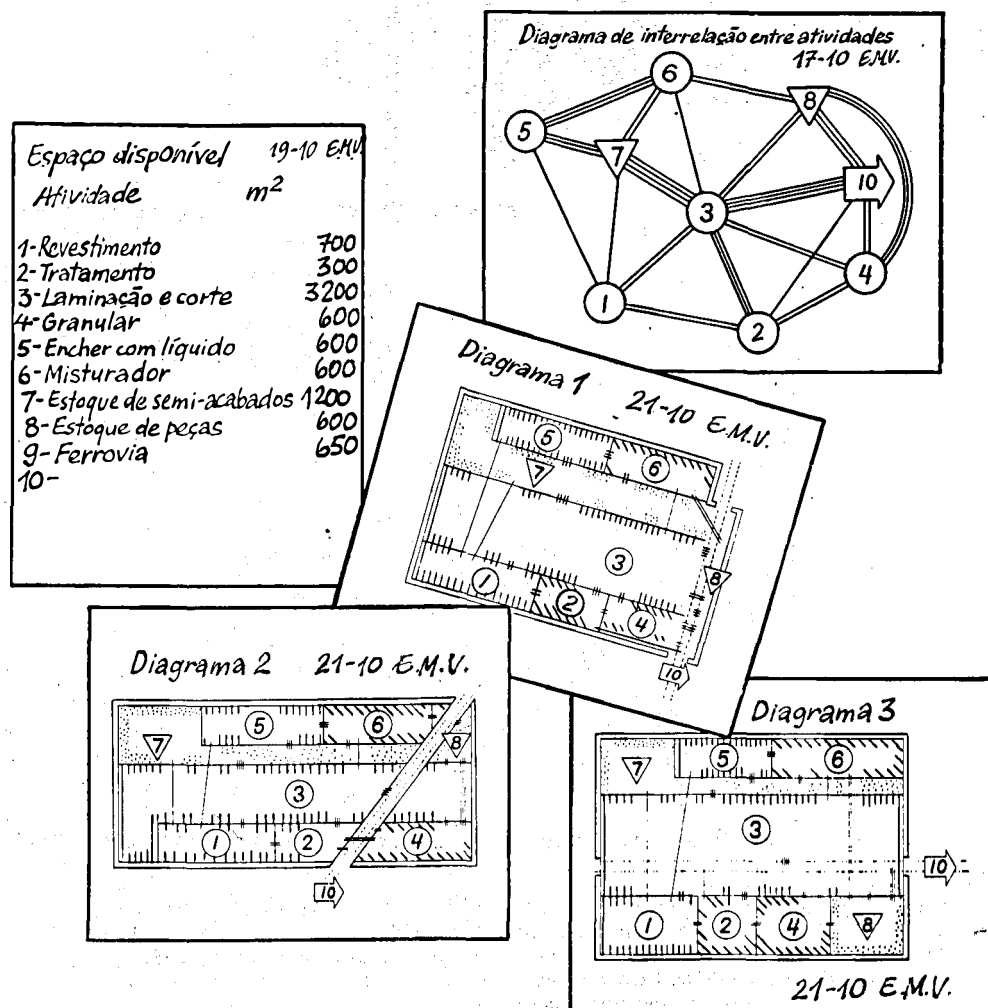


Figura 8-9 O diagrama relaciona inter-relações e espaços em arranjos que são quase o layout final. Na verdade, ele reúne os três fundamentos do planejamento das instalações: inter-relações, espaço e ajuste. Três arranjos diferentes propostos — cada um com orientação diferente em relação à ferrovia. Uma análise deles revela deficiências no arranjo das atividades, se compararmos o comprimento das inter-relações de três ou quatro linhas com as de uma ou duas linhas. Observe a utilização da convenção em preto e branco, o que facilita a reprodução pelo equipamento convencional da duplicação.

Quando o diagrama já está arranjado e ajustado, devemos registrá-lo. Isto significa identificar adequadamente o arranjo e datá-lo. Quando utilizamos blocos de área unitária, devemos fotografá-lo colocando pequenas etiquetas para identificação. O registro das várias alternativas do arranjo físico permitirão uma avaliação metódica de cada um deles por meio da comparação posterior de cada uma das fotos e desenhos que representam as vá-

rias alternativas de layout. Como deve ser esperado, esta comparação dos vários planos frequentemente resulta na combinação das melhores características de cada alternativa e um novo layout combinado poderá então ser feito. Este procedimento deve contar com o auxílio da alta administração, da chefia dos departamentos produtivos e de serviço, e de todo o pessoal envolvido no projeto.

capítulo 9

AJUSTE DO DIAGRAMA

Seguindo o sistema SLP, até o momento dedicamos nossos esforços à montagem de dados seguindo alguns procedimentos preestabelecidos. Esta, agora, é a parte criativa do planejamento das instalações. Assim que o diagrama de inter-relações entre espaços esteja pronto, começaremos a ajustá-lo e a manipulá-lo, criando uma série de arranjos físicos gerais. Nesta fase do projeto precisaremos do auxílio dos gerentes dos setores de serviço e operação, motivo pelo qual devemos preparar nosso material de forma que seja facilmente visualizado por eles. Outrossim, muitos dos ajustes serão resultado da vontade e da experiência dessas pessoas.

O diagrama de inter-relações entre espaço é praticamente um layout. Provavelmente não é o melhor, já que ainda não foram incorporadas muitas modificações e/ou limitações. Este diagrama é derivado diretamente das melhores inter-relações e espaços, e apresenta a configuração ideal, que sofrerá ajustes e modificações.

Este capítulo tratará das várias considerações de mudança (Quadro 7), que estimulam os ajustes do diagrama, e tratará das limitações práticas (Quadro 8) que demarcarão os limites das idéias que temos acerca das mudanças.

As técnicas de visualização e de construção dos diagramas já foram estudadas. Vamos passar agora ao estudo dos ajustes necessários.

Considerações de mudança

As considerações de mudança, geralmente, se enquadram em:

1. Métodos de manuseio
2. Recursos de armazenagem
3. Condições do terreno e arredores
4. Necessidades de pessoal
5. Características das construções
6. Serviços de suporte e serviços de auxiliares
7. Procedimentos e controle
8. Formas particulares de atividades (já em fase de arranjo físico detalhado)

Muitas outras considerações poderiam ser acrescentadas, mas estas são as que aparecem com mais frequência.

Cada layout terá seu próprio conjunto de considerações de mudança.

Cada projeto terá uma lista diferente de considerações ou pelo menos as considerações poderão ter importâncias relativas diferentes. Ou seja, certas considerações poderão ser fundamentais para

um determinado projeto e a análise dessas considerações dedicaremos grande parte do tempo de ajuste. Outras considerações são de menor importância. Um ótimo exemplo é o arranjo físico de depósitos. O sistema de manuseio e os recursos de armazenagem são as considerações mais importantes e os que forem selecionados poderão implicar o rearranjo quase completo do diagrama de inter-relações. Já numa área de escritórios, as considerações de mudança mais importantes deverão ser as necessidades de pessoal e procedimentos, e controle.

Devido ao grande número das considerações de mudança e às variações da importância relativa de cada uma, de projeto para projeto há uma série de técnicas para sua análise. Cada uma das considerações poderá ser investigada de várias maneiras. A mesma consideração poderá requerer análises diferentes em vários projetos. Esta análise especial, individual — consideração por consideração — é provavelmente melhor. Mas há duas técnicas que poderão ser utilizadas quando não for conveniente ou justificável uma investigação detalhada. Essas técnicas são bastante práticas na análise da influência de cada consideração específica.

Uma delas é ilustrada na Fig. 9-1 (Procedimento universal de resolução de problemas). É um método simples e básico de resolução de problemas e detalhado suficientemente para a resolução de qualquer problema, inclusive problemas complexos. Ele será de grande auxílio pois apresenta uma forma organizada para o tratamento das muitas considerações.

O segundo método aplicável a muitos problemas é o método da amostragem. Seu uso é limitado a casos de instalações já existentes. Isto é, os dados serão extraídos por amostragem nas formas atuais de trabalho. O objetivo é coletar informações que possam ser projetadas segundo as condições que irão prevalecer no novo layout que se pretende introduzir.

Conforme o tipo de informações que desejamos coletar, poderemos usar vários tipos de folha de amostragem. A Fig. 9-2 nos mostra uma folha correspondente a um estudo de amostragem de trabalho.

Antes de partirmos para a amostragem propriamente dita, devemos antes reconhecer a necessidade de uma amostragem representativa, além de atendermos todos os detalhes para a coleta e a anotação das amostragens. Existem vários textos

PROCEDIMENTO UNIVERSAL DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Problema Resolver no planejamento do layout o problema de
excesso de cheiro e sujeira
Fábrica Metalúrgica SIW
Data 1-12
Área/Depto. Fornos
Analista G. Gil

1 - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Eliminar a sujeira e odor excessivos causados pelo forno, como
parte da revisão do layout.

2 - ESTABELECIMENTO DOS FATOS

- a) A direção do vento, segundo o Depto. de Meteorologia, é N-S
- b) Reclamações recebidas dos moradores do Edifício Alvorada — 3 por ano
- c) Custo de sistema de filtros — Cr\$ 75 000,00
- d) Custo de mudança do forno — Cr\$ 250 000,00 — fora de questão
- e) Forno com 20 anos de uso e depreciado
- f) Manutenção do forno no ano passado custou Cr\$ 20 000,00 com tendência para aumentar
- g) Areia usada e amontoadada no pátio

3 - REDEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Reduzir a quantidade de sujeira e cheiro

4 - ANÁLISE E DECISÃO

- a) A reclamação é procedente
- b) A direção dos ventos e a localização da fábrica em relação ao Edifício sempre
criará problemas.
- c) Substituir forno por um de melhor combustão e com menor custo de manutenção
- d) Mudar a área do depósito de areia
- e) Utilizar filtros

5 - AÇÃO: O quê, quem, quando

- Fazer concorrência para novo forno — Pedro 15-12
- Rever layout para incorporar o novo forno — Quincas 31-12
- Instalar novo forno e remover o antigo — Quincas 3-5
- Rever layout para manejar e descartar-se da areia usada — Quincas 8-1
- Obter detalhes sobre sistemas de filtros e informações para sua implantação — Pedro e Quincas
31-1

6 - ACOMPANHAMENTO

- 3-1 Ondre preparou carta circular para explicar o que a companhia está
fazendo para solucionar o problema.
- 15-1 Quincas apresentou os planos para instalação do novo forno, para aprovação.

Figura 9-1 Procedimento universal de resolução de problemas. Fornece um meio sistemático de analisar as considerações de mudança

ESTUDO DE AMOSTRAGEM DO TRABALHO
Período de estudo: 1º/4 a 1º/5

Deppto.	Nº médio de funcionários no período	Atividade							
		Lanchonete (à tarde)		Sala de descanso				Ferramentaria	
				Homens		Mulheres			
		Obsvrs.	% do total	Obsvrs.	% do total	Obsvrs.	% do total	Obsvrs.	% do total
40	82	750	20,5	2405	27,6	400	8,1	2600	23,8
41	68	1000	27,4	2005	23,0	---	---	2375	21,7
42	53	600	16,4	---	---	2120	43,0	600	5,5
44	105	500	13,6	2600	29,6	800	16,3	5205	48,0
46	42	605	16,5	1545	17,6	---	---	102	1,0
49	50	205	5,6	195	2,2	1600	32,6	38	Negat.
Total de obsvrs.		3660	100,0	8750	100,0	4920	100,0	10920	100,0

Figura 9-2 A amostragem de trabalho é essencialmente um método de observação do trabalho, realizada em períodos aleatórios de tempo. Pode ser usada para determinar a utilização de máquinas e mão-de-obra. Pode ser também usada para levantar direção e destino do movimento e do grau de contatos pessoais entre áreas de escritório. A amostragem de trabalho da figura mostra os resultados encontrados em áreas de serviço: bar, sala de descanso e ferramentaria. Ela resume o número de pessoas (ou frequência) de cada departamento que utiliza os vários serviços

sobre o assunto aos quais devemos recorrer, caso não estejamos seguros em relação às técnicas que possam ser empregadas.

Manuseio de materiais

Na maioria dos projetos de arranjo físico, o manuseio (movimentação) de materiais é um fator muito importante. De fato, logo que iniciamos a Fase II, investigamos o fluxo de materiais (Quadro 1). Sempre que o fluxo de materiais é importante para o layout, geralmente o Quadro 3 (diagrama de fluxo e/ou inter-relações) e o Quadro 6 (diagrama de inter-relações entre espaços) são baseados na intensidade do movimento de materiais. A Fig. 5-4 poderá servir de guia para descobrirmos o quanto de atenção dedicaremos a esta consideração de mudança.

Não será possível desenvolver aqui uma discussão completa acerca da análise de manuseio de materiais. Em todo caso, devemos saber que a análise do manuseio pode ser dividida em quatro fases, que incluem:

- I. Integração com transporte externo
- II. Plano geral de manuseio
- III. Planos detalhados de manuseio
- IV. Implantação

Observando as fases da análise do manuseio notamos sua similaridade com as fases do sistema SLP (ver a Fig. 9-3). Da mesma forma, as quatro fases são em seqüência e, para melhores resultados, devem se sobrepor.

Em primeiro lugar devemos saber com que recursos de transporte externo de movimentação de materiais deverá trabalhar, anotando-se as mudanças necessárias. Depois, durante o ajuste do diagrama de inter-relações entre espaços juntamos a ele o plano geral de manuseio de materiais. Ou seja, concentramos na Fase II as técnicas da análise de manuseio interdepartamentais e interáreas. Estas serão menos detalhadas e menos específicas do que as que usaremos na Fase III. Para termos certeza de nossas hipóteses, podemos penetrar na análise detalhada do manuseio sempre que

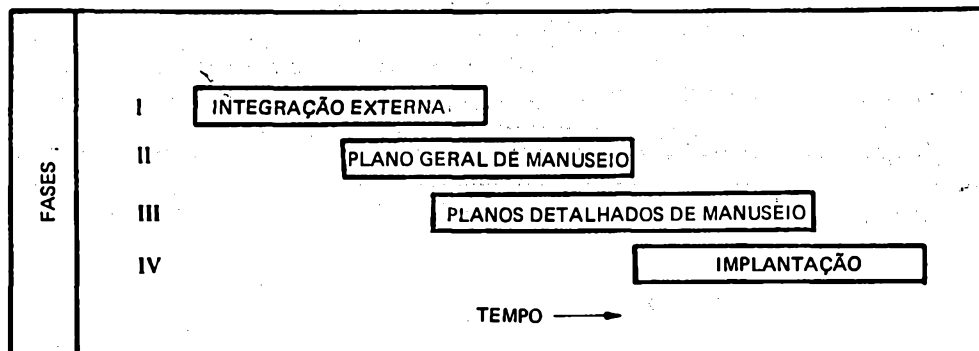


Figura 9-3 As quatro fases da análise de manuseio de materiais

for necessário. Por exemplo, se usarmos uma ponte rolante como método geral de movimentação, este equipamento dominará o layout. Devemos então considerar sua capacidade, espaço ocupado, velocidade, espaçamento entre as colunas de suporte e várias outras características antes de decidirmos acerca do plano geral de manuseio e, em consequência, do arranjo físico geral.

Logo que o diagrama de inter-relações entre espaços seja colocado sob a forma de um arranjo físico (embora seja apenas um dos arranjos possíveis e ainda não aprimorados), passaremos a ter distâncias. Isto é, o layout estabelece a configuração e as distâncias entre as várias atividades. Além disso, podemos desenvolver agora uma análise da movimentação baseada na intensidade do fluxo de material e nas distâncias envolvidas em

cada rota. Com esses dados podemos calcular o total do transporte e os tempos de operação para os métodos de manuseio, além de uma estimativa dos custos.

Durante a preparação do diagrama de fluxo e do diagrama de inter-relações entre espaços supomos que os materiais podiam sempre se movimentar da origem até o destino através do caminho mais curto possível. Devemos agora modificar essa hipótese: a menor distância nem sempre é fisicamente possível. Localização de corredores, capacidade de carga dos pisos, paredes e divisões, tudo afeta a distância real.

Desta análise de materiais e manuseio, devemos decidir um método de movimentação de cada material entre cada par de atividades. Os métodos de manuseio de materiais consistem (1) de um sis-

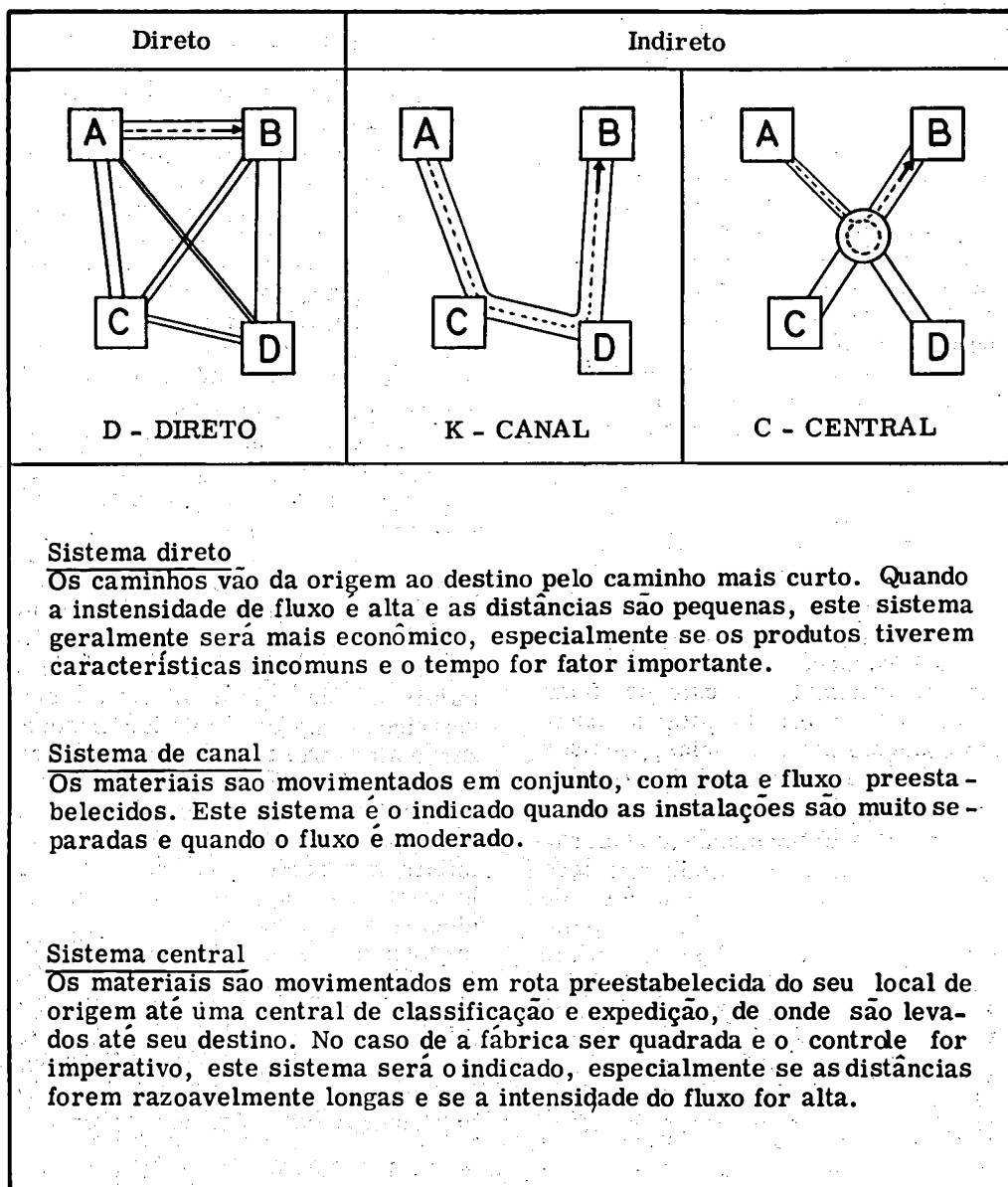


Figura 9-4 Os sistemas básicos para movimentação de materiais entre departamentos ou áreas (o livro *Systematic Handling Analysis—SHA* fornece todos os dados técnicos relativos ao problema; uma condensação dele está no Apêndice XI)

tema ou modelo de movimentação, (2) do equipamento ou meio de transporte real, e (3) da unidade de transporte (caixas, feixes, tambores).

Por sistema, entendemos a maneira como os diversos movimentos estão associados, sob os pontos de vista geográfico e de movimento físico. Basicamente são três os sistemas pelos quais podem se movimentar os materiais:

1. Sistema direto
2. Sistema de canal
3. Sistema central

Encontramos uma descrição e um roteiro para cada um desses sistemas na Fig. 9-4.

Devemos selecionar o sistema ou combinação de sistemas que tencionamos usar e adaptar o equipamento e os containers (ou unidades de transporte) a eles. Depois, integrá-lo no diagrama de inter-relações entre espaços, que estamos tentando transformar num layout satisfatório.

Assim como analisamos o fluxo de materiais com diferentes técnicas dependendo da posição na curva P-Q, temos também diversos caminhos para fazer a análise dos meios a serem utilizados para movimentação de materiais.

Quando temos um ou poucos produtos (ou grupos de produtos), utilizamos a carta de fluxo do processo. A Fig. 11-2 fornece o caminho percorrido pelo material através do processo. Mas o tempo gasto é muito grande quando há muitos produtos com diversas linhas de fabricação.

Quando há muitos produtos seguindo diferentes caminhos, usamos a carta de transporte. Esta carta auxilia a analisar os movimentos em cada caminho — de A para B numa carta, de A para C em outra e assim por diante.

Quando existem muitos produtos e muitas rotas de intensidade média, devemos usar a carta de movimentação (ver a Fig. 9-6). Com essa carta, o projetista reunirá dados sobre tudo o que entra e sai de determinada área.

Em qualquer caso, independente da maneira como conseguimos as informações necessárias, estamos agora interessados na intensidade de fluxo e na distância percorrida. Para facilitar a visualização das intensidades e das distâncias, podemos colocá-las diretamente no diagrama de inter-relações entre espaços.

Para cada sistema de movimentação (direto, canal ou central), determinaremos o melhor método — tipo de equipamento e container (unidade de transporte) — que se adapte ao sistema. Depois, estabeleceremos custos e tempo de operação deste método para cálculo das necessidades de capital. Nesta mesma linha de ação devem ser analisadas combinações dos três (ou dois) sistemas para determinados produtos ou grupos de produtos. Cada um dos métodos analisados deve ser comparado com os outros em termos de custo, tempo e inves-

timento de tal forma que o sistema escolhido (e seu método correspondente) seja realmente o melhor.

Quando estamos escolhendo o tipo geral de equipamento a ser usado, encontramos um grande número de alternativas. O material encontrado no Apêndice III pode ser de grande auxílio. A Fig. 9-8 mostra o Guia de avaliação de equipamento que também é uma ferramenta poderosa para resolução de problemas desse teor. De qualquer forma, a seleção do equipamento de movimentação deve sempre merecer uma análise cuidadosa e criteriosa.

A esta altura, o que estamos determinando é o método geral de manuseio entre áreas e departamentos. Mais tarde na Fase III — arranjo físico detalhado — esta análise se repetirá, se bem que mais detalhada e limitada a áreas pequenas (ver o Apêndice XI).

Outras considerações de mudança

O layout de recursos de armazenamento é a parte mais importante do projeto de depósitos e armazéns. É também importante tanto em grandes ou pequenos projetos de instalações industriais, áreas de serviço, escritórios, etc.

De fato, a armazenagem de material intermediário, suprimentos, artigos de escritório e outros itens é provavelmente a mais comum consideração de mudança em todos os projetos de layout — embora, na maioria dos casos, isto seja um problema da fase de arranjo físico detalhado. Os métodos de empilhamento, proteção e armazenagem são bastante numerosos.

Quando estabelecemos os requerimentos de espaço para a armazenagem, tínhamos alguma ideia acerca da maneira de estocagem de materiais. De qualquer forma, devemos retornar a reexaminá-los à luz do diagrama de inter-relações entre espaços e das outras considerações de mudança com as quais os recursos de armazenagem devem se integrar.

As condições do terreno e os arredores poderão influir no nosso arranjo. Essas são as maiores restrições impostas pela localização. Se a localização ainda não foi selecionada, o arranjo geral irá influir nas decisões da Fase I. Fatores, tais como topografia do terreno, direção dos ventos e incidência do sol, são condições naturais que poderão influir no arranjo, além das condições criadas pelo homem, como poeira, detritos ou fumos provenientes de fábricas próximas, acesso fluvial ou ferroviário, interesse da comunidade pela passagem (ou não) de rodovias, além de outros fatores inerentes à fábrica a ser instalada (ruídos, perigos, congestionamento de tráfego etc.) que influem nas outras fábricas em questão. Estes problemas tomarão a forma de problemas de contaminação, luminosidade de soldagem e vibrações de equipa-

CARTA DE TRANSPORTE
De Depósito Para Embalagem
Distância 90 m

Fábrica BHSA
Por Rui Portugal
Data 3-10

Projeto CS-74
Assistente A. Nagib
Folha 3 de 10

[illegible]

CARTA DE MOVIMENTAÇÃO

Área: Departamento de Acabamento, área de fornos

Fábrica Metal Ltda.

Pnr. R. Carlos

Data 2-7

Projeto Expansão Depto. Acab.

Com E. J. Marcos

Folha 5 de 7

FLUXO QUE ENTRA →				OPERAÇÃO OU ÁREA	FLUXO QUE SAI →					
DESCRIÇÃO DO MATERIAL OU PRODUTO	Quantidade por <u>hora</u>				PARA	Quantidade por <u>hora</u>			DESCRIÇÃO DO MATERIAL OU PRODUTO	
	UNI- DADE	DISPO- NÍVEL	MÁXIMO			UNI- DADE	DISPO- NÍVEL	MÁXIMO		
1 Porcelana padrão	Peca	1050	1200	Correia secad.	Correia pintura	Pecas	1050	1200	Porcelana padrão cozida	
2 " especial (a)	Carrin.	10	12	Secagem	Esquentamento	Pintura	Engrd.	8	11	" especial " (c)
3 Engradados vazios	Engrd.	8	11	Pintura	Fornos	Secagem	Carrin.	10	12	Carrinhos vazios e pranchas
4 Ferram. p/ fornos (b)	Conj.	1		Dep. ferram.	Nº I - II - III	Dep. ferram.	Conj.	1		Ferr. p/ fornos. usadas
5 Gás p/ calorificação				Dep. gás		Chamine'				Gás de exaustão
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

NOTAS: (a) Porcelana especial: 4-12 peças por prancha e 15 pranchas em um carrinho
 (b) Ferramentas p/ fornos: um conjunto trocado a cada hora
 (c) Porcelana especial cozida: 90-115 peças em cada engradado

Figura 9-6 Carta de movimentação, que indica a entrada e a saída de material de uma área. À esquerda são colocados os itens que entram e à direita os que saem. A carta indica quantidade e condições do item e as mudanças que nele ocorrem

mentos. Este tipo de consideração de mudança deve ser claramente identificado e levado em conta quando do ajustamento dos espaços.

Semelhantes às anteriores, as considerações acerca das características de construção (pé-direito, resistência do piso, espaçamento entre colunas, tipos de janelas, paredes, portas) devem

ser consideradas. Quando o edifício já existe, todos esses fatores já foram determinados mas, mesmo assim, talvez seja necessário alterarmos alguns deles. Neste caso será importante o parecer de arquitetos, especialmente se não temos as plantas da estrutura original.

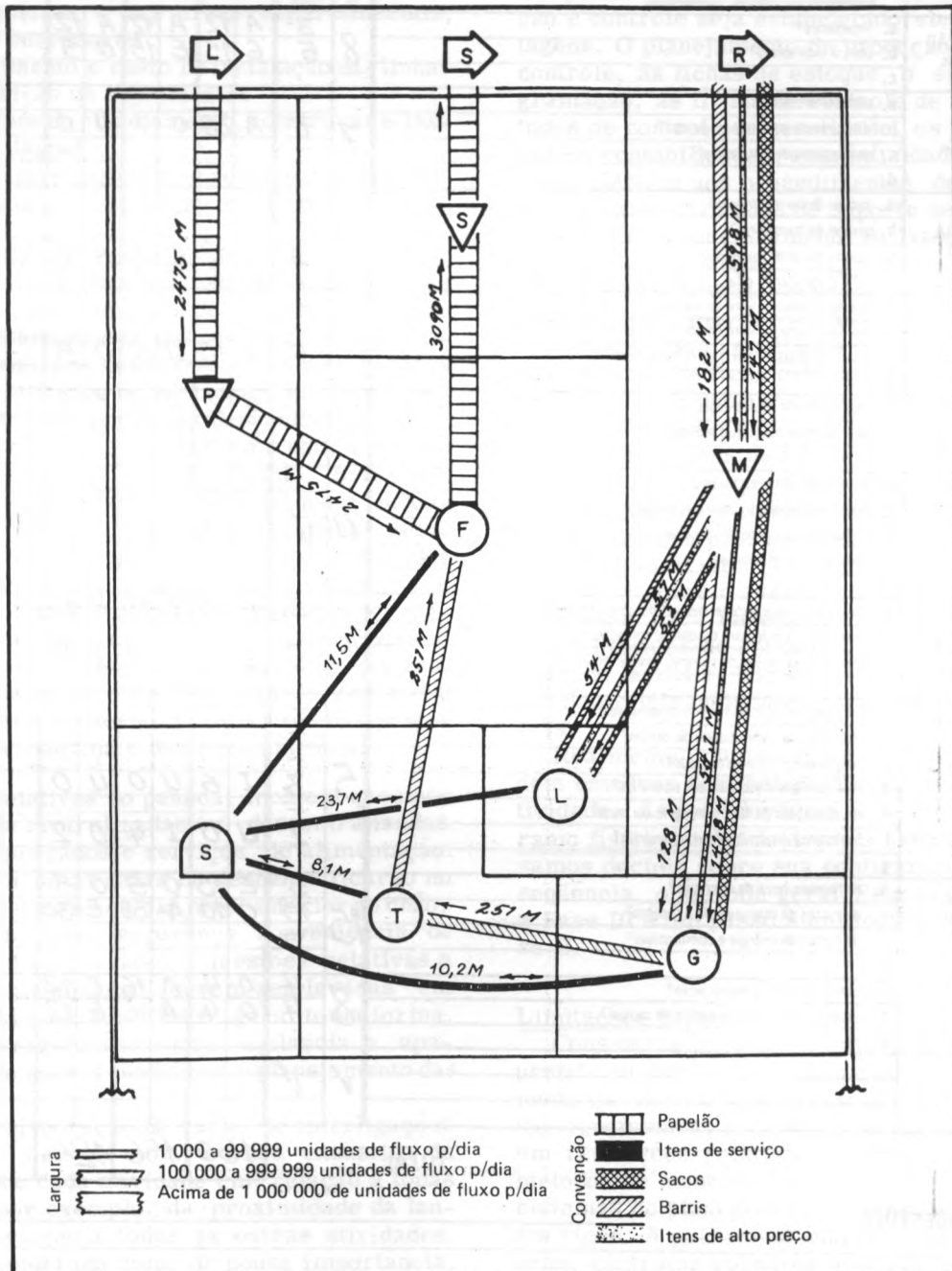


Figura 9-7 Diagramação do fluxo para mostrar as intensidades de movimentação por classe de material diretamente no diagrama de inter-relações entre espaços. Este exemplo, de uma companhia farmacêutica, foi feito para analisar o sistema de manuseio, equipamentos e containers. Materiais conduzidos por tubulação não estão indicados

GUIA DE AVALIAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Fábrica Oceano Intern. Projeto Expansão da fabricação
 Por M. Simões Assistente L. Lisboa
 Data 5-9 Folha 1 de 1
 Situação atual Remover chapas da Corte, através da fábrica

Alternativa A: Ponte rolante
 Alternativa B: Guindaste
 Alternativa C: Empilhadeira
 Alternativa D: _____
 Alternativa E: _____

OBJETIVO - O QUE SE QUER DO EQUIPAMENTO?		Requerimento		ALTERNATIVA				
O equipamento	Preencha os requerimentos (o que é esperado desse equipamento?), isto é, a importância para o projeto de cada Objetivo e Sub-Objetivo. Classifique primeiro com as vogais e depois com os valores numéricos.	Importância para o projeto		A	B	C	D	E
		O	S-O					
MOVIMENTAÇÃO - Movim. materiais	a. livremente?	8	3	A 12	A 12	A 12		
1.	b. para o local exato?		5	E 15	E 15	O 5		
	c.							
DIREÇÃO - movim. materiais	a. sem transferências?	7	-					
2.	b. diretamente para o local de uso?		7	A 28	O 7	U 0		
	c. sem esperas desnecessárias?		-					
	d.							
CONVENIÊNCIA - permite mínimo	a. tempo de carregamento?	5	-					
3.	b. tempo de transporte?		-					
	c. tempo de remanejamento?		3	A 12	O 3	A 12		
	d. <u>Tempo de sincronização</u>		2	E 6	I 4	O 2		
SEGURANÇA E QUALIDADE	a. mantém material livre de estragos?	5	-					
4.	b. mantém material livre de contaminação e deterioração?		-					
	c. evita riscos para operários e instalações?		5	I 10	U 0	O 5		
	d.							
ESPAÇO - tem rendimento	a. sem consumir muito espaço?	3	2	O 2	A 8	O 2		
5.	b. sem obstruir máquinas e depósitos?		1	O 1	O 1	U 0		
	c.							
ATIVIDADES COMBINADAS - pode ser usado	a. como equipamento de produção?	0	✓					
6.	b. como equipamento de armazenagem?							
	c. como equipamento de inspeção?							
	d. regulador da produção?							
	e.							
FLEXIBILIDADE	a. movimenta vários materiais, produtos e containers?	10	5	A 20	E 15	E 15		
7.	b. tem flexibilidade para mudança, remoção etc.?		-					
	c. atende às variações de volume, peso e tamanho?		5	E 15	E 15	I 10		
	d.							
AUXÍLIO À PRODUÇÃO - mantém os materiais	a. em sequência ou facilmente organizáveis?	5	-					
8.	b. afastados da possibilidade de perdas?		-					
	c. programados ou sincronizados?		-					
	d. livre do olhar e atenção dos operários?		3	I 6	U 0	U 0		
	e. em condições de fácil contagem ou teste?		-					
	f. facilmente disponíveis para operários?		2	U 0	I 4	O 2		
	g.							
ECONOMIA DE OPERAÇÃO - trabalha com um ótimo	a. de homens-hora de operação?	15	5	E 15	O 5	O 5		
9.	b. de custos de manutenção e reparos?		10	O 10	A 35	E 30		
	c. de custos de energia e combustível?		-					
	d.							
DEPRECIAÇÃO	a. tem boa taxa de depreciação?	8	4	O 4	A 16	E 12		
10.	b. necessita de razoáveis gastos de capital?		4	O 4	A 16	E 12		
	c.							
OUTROS		✓	✓					
11.								
TOTAL				160	156	124		

NOTAS/SUGESTÕES:

Figura 9-8 Guia de avaliação de equipamento para selecionar os equipamentos de manuseio de materiais. O exemplo mostra a avaliação de três alternativas para equipamento de manuseio de material de um pequeno estaleiro. As alternativas foram classificadas por vogais, que depois foram convertidas em números (ver a Fig. 10-4) e multiplicadas pelo fator SO de requerimentos de peso

GUIA DE AVALIAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Fábrica Oceano Intern. Projeto Expansão da fabricação
 Por M. Simões Assistente L. Lisboa
 Data 5-9 Folha 1 de 1
 Situação atual Remover chapas da Corte, através da fábrica

Alternativa A: Ponte rolante
 Alternativa B: Guindaste
 Alternativa C: Empilhadeira
 Alternativa D: _____
 Alternativa E: _____

OBJETIVO - O QUE SE QUER DO EQUIPAMENTO?	Preencha os requerimentos (o que é esperado desse equipamento?), isto é, a importância para o projeto de cada Objetivo e Sub-Objetivo. Classifique primeiro com vogais e depois com os valores numéricos.	Requerimentos		ALTERNATIVA									
		Importância para o projeto		A		B		C		D		E	
		O	S-O										
MOVIMENTAÇÃO - Movim. materiais 1.	a. livremente?	8	3	A	12	A	12	A	12				
	b. para o local exato?		5	E	15	E	15	O	5				
	c.												
DIREÇÃO - movim. materiais 2.	a. sem transferências?	7	-										
	b. diretamente para o local de uso?		7	A	28	O	7	U	0				
	c. sem esperas desnecessárias?		-										
CONVENIÊNCIA - permite mínimo 3.	a. tempo de carregamento?	5	-										
	b. tempo de transporte?		3	A	12	O	3	A	12				
	c. tempo de remanejamento?		2	E	6	I	4	O	2				
SEGURANÇA E QUALIDADE 4.	d. <u>Tempo de sincronização</u>												
	a. mantém material livre de estragos?	5	-										
	b. mantém material livre de contaminação e deterioração?		-										
ESPAÇO - tem rendimento 5.	c. evita riscos para operários e instalações?		5	I	10	U	0	O	5				
	d.												
	a. sem consumir muito espaço?	3	2	O	2	A	8	O	2				
ATIVIDADES COMBINADAS - pode ser usado 6.	b. sem obstruir máquinas e depósitos?		1	O	1	O	1	U	0				
	c.												
	a. como equipamento de produção?	0	✓										
FLEXIBILIDADE 7.	b. como equipamento de armazenagem?												
	c. como equipamento de inspeção?												
	d. regulador da produção?												
AUXÍLIO À PRODUÇÃO - mantém os materiais 8.	e.												
	a. em sequência ou facilmente organizáveis?	5	-										
	b. afastados da possibilidade de perdas?		-										
ECONOMIA DE OPERAÇÃO - trabalha com um ótimo 9.	c. programados ou sincronizados?		-										
	d. livre do olhar e atenção dos operários?		3	I	6	U	0	U	0				
	e. em condições de fácil contagem ou teste?		-										
DEPRECIACÃO 10.	f. facilmente disponíveis para operários?		2	U	0	I	4	O	2				
	g.												
	a. de homens-hora de operação?	15	5	E	15	O	5	O	5				
OUTROS 11.	b. de custos de manutenção e reparos?		10	O	10	A	35	E	30				
	c. de custos de energia e combustível?		-										
	d.												
	a. tem boa taxa de depreciação?	8	4	O	4	A	16	E	12				
	b. necessita de razoáveis gastos de capital?		4	O	4	A	16	E	12				
	c.												
		✓	✓										
TOTAL				160	156	124							

NOTAS/SUGESTÕES:

Figura 9-8 Guia de avaliação de equipamento para selecionar os equipamentos de manuseio de materiais. O exemplo mostra a avaliação de três alternativas para equipamento de manuseio de material de um pequeno estaleiro. As alternativas foram classificadas por vogais, que depois foram convertidas em números (ver a Fig. 10-4) e multiplicadas pelo fator SO de requerimentos de peso

Não pretendemos indicar o tipo de construção para nenhum projeto de layout em particular. De qualquer forma a Fig. 9-9 é um guia geral que poderá ser útil em projetos industriais e de serviços.

Quando estudamos as características da construção devemos considerar o arranjo modular de áreas. Quando estamos trabalhando em nova estrutura ou nova localização, esse fato ganha realce. A utilização de módulos traz muitas economias potenciais em bens imóveis, custos de construção etc. Suas vantagens são:

1. Passagens e corredores em linha reta.
2. Regularidade das faces do edifício ou das linhas de colunas — das áreas departamentais, paredes e corredores
3. Comprimento e custo de instalação das linhas de distribuição de suprimentos
4. Facilidade do planejamento, construção e instalação do layout
5. Facilidade e expansão e posterior rearranjo
6. Economia dos custos de manutenção e reparos

Quando utilizamos módulos, os custos dos investimentos iniciais podem ser mais altos. Mas suas vantagens do ponto de vista de construção e manutenção, instalação e utilização de recursos, linhas e equipamentos auxiliares, e de integração e utilização de edifícios ou áreas departamentais entre si geralmente superam as desvantagens.

Temos, também, que levar em conta a distribuição de suprimentos e a manutenção. Estes são cada vez mais importantes a medida que a indústria incrementa a utilização de equipamento automático. Devemos providenciar espaços adequados para um departamento de manutenção e reparos. E mais: os funcionários deste departamento de manutenção e reparos necessitam de acesso, para si e para seus equipamentos, para áreas e setores. Isso na fase de arranjo físico detalhado envolverá também acessos em torno de cada uma das partes individuais da máquina e dos equipamentos.

Serviços relativos ao pessoal incluem questões como entradas centralizadas ou descentralizadas, sala para empregados e serviços de alimentação. Devemos saber se as salas de descanso ficarão no térreo, em mezanino ou em nível inferior ao chão. Considerações sobre segurança conveniência de acesso para os empregados e questões relativas a sistemas de comunicação, devem ser levadas em conta enquanto o arranjo físico geral toma forma. Mesmo as considerações sobre vigilância e aparência externa podem modificar o planejamento das instalações.

Durante a elaboração da carta de interligações preferenciais fizemos uma análise exaustiva da proximidade de cada atividade em relação a todas as outras — por exemplo, da proximidade da lanchonete em relação a todas as outras atividades. Se ela foi considerada como de pouca importância, não a levamos em conta na ocasião, separando-a como uma consideração de mudança. Em qualquer dos casos, durante o ajuste do diagrama de inter-relações entre espaços, ajustaremos a lanchonete

com todas as outras atividades envolvidas. Ou seja, determinamos as inter-relações entre as atividades principais durante a elaboração da carta de interligações preferenciais. As atividades de menor importância são levadas em conta durante o estudo das considerações de mudança. Os fatores e as atividades de pouca importância serão ajustados ao diagrama de inter-relações entre espaços em vez de determiná-los inicialmente. Isso ocorre sempre que as inter-relações são baseadas exclusivamente no fluxo de materiais.

Outro fator de grande importância é o relativo aos procedimentos e controles. Se um projeto de layout não permite que um procedimento de operação e controle seja estabelecido, ele não trará vantagens. O planejamento da produção e o sistema de controle, as fichas de estoque, o sistema de programação, as fichas de controle de tempo, os métodos de controle de quantidade, os procedimentos para a contabilidade e uma infinidade de formulários relativos aos procedimentos de operação e respectivas atividades de suporte serão de importância para o funcionamento do layout depois de instalado. Por exemplo, o arranjo mostrado na Fig. 3-5 poderá funcionar somente de uma maneira. Os itens de lenta movimentação, fabricados por ordem diária, são recolhidos em primeiro lugar e, em seguida, os itens estocados são recolhidos das prateleiras de produtos acabados. Para o trabalho relativo ao layout devemos ter um sistema de liberação de ordens de fabricação. Além disso, devemos fazer com que o layout possibilite um sistema de medida e controle do trabalho de cada operador para que possa ser elaborado um sistema de incentivo salarial.

É fácil, para a assessoria de analistas e especialmente para engenheiros, negligenciar esses procedimentos de operação. Eles são parte importante do layout e, por isso, devemos nesta fase ser um pouco intransigentes para que não ocorram falhas.

Realmente, muitas das modificações gerais podem envolver detalhes particulares em uma subatividade. Assim, devemos nos aprofundar no arranjo físico detalhado daquela área antes que possamos decidir sobre sua configuração e, em consequência, o arranjo geral. Esta superposição com a Fase III é um passo significativo no ajuste da Fase II.

Limitações práticas

Considerações que permitem desenvolvimento, projeto ou decisão são chamadas considerações de mudança; as que ditam restrições ao planejamento são denominadas limitações práticas. Estas incluem restrições relativas a prédios já existentes, métodos de manuseio de materiais já implantados, sistemas de planejamento e controle das produções em vigor. A política da empresa, os códigos de obras, contratos coletivos de trabalho e regulamentação sobre tratamento de lixo podem afetar o arranjo físico e, com o que já foi dito anteriormente, as características físicas da localização — uma decisão da Fase I — sempre exercem limitações

GUIA DE CARACTERÍSTICAS DO EDIFÍCIO INDUSTRIAL

Usar edifício de múltiplas finalidades sempre que os seguintes fatores sejam importantes:

Custo inicial

Pressa no funcionamento das instalações

Possibilidade de vender o edifício, mais tarde devido:

ao lucro

à melhor localização

à hipoteca

Frequentes mudanças em:

produtos e materiais

máquinas e equipamentos

métodos e processos

volume de produção

Usar um edifício de um só piso, possivelmente incluindo porões e mezaninos, quando ocorrerem as seguintes condições:

Produto grande ou pesado

Peso do equipamento acarreta grandes esforços no piso

É necessário espaço desobstruído

O valor do terreno é baixo

Existe terreno disponível para expansão

O produto não se presta à distribuição por gravidade

O tempo de implantação é pequeno

Rearranjos frequentes estão previstos

Usar um edifício de forma quadrada quando existir:

Mudanças frequentes no produto

Melhoramentos frequentes no processo de fabricação

Rearranjos frequentes

Restrições na disponibilidade de material de construção ou desejo de se conseguir substanciais economias no total de material utilizado

Usar edifícios separados ou de outras formas quando existirem:

Limitações de ordem topográfica

Problema decorrente do formato do terreno

Operações que causem sujeira, odores, barulho, vibração

Operações que não pertençam à produção propriamente dita

Operações suscetíveis de fogo, explosão, contaminação

Usar porões se as seguintes características existirem:

Suficiente altura

Boa ventilação

Fundações sólidas

Iluminação adequada

Paredes à prova de água

Inexistência de umidade e inundação

Usar mezaninos para as seguintes situações típicas:

Submontagem leve acima da montagem final

Montagem com as máquinas pesadas localizadas abaixo

Operações com máquinas leves realizadas acima de máquinas pesadas

Atividades de apoio que podem ser realizadas fora da área de fabricação - depósito, limpeza, escritórios de produção, embalagem etc.

Áreas de preparação e depósito de líquidos e material de pesagem, envolvendo mistura, envelhecimento, combinação etc.

Não utilizar janelas quando:

A fábrica está abaixo do nível do solo

O trabalho é afetado por variação de temperatura, umidade e luz

O trabalho está sujeito a poeira, sujeira, contaminação

A área de trabalho é afetada por ruído externo

A iluminação artificial é barata

A visão do exterior não é necessária

As janelas ficam sujas rapidamente

Sempre que possível os pisos devem ter as seguintes características:

Os pisos dos vários edifícios devem estar ao mesmo nível

Serem fortes o bastante para suportar máquinas e equipamentos

Serem construídos com material de baixo custo

Terem baixo custo de instalação

Serem fáceis e rápidos o conserto e a remoção

Serem resistentes ao choque, à abrasão, ao calor e à vibração

Não serem escorregadios sob qualquer condição

Terem características de absorção de ruído

Serem atraentes aos olhos e pintados com várias cores (que logicamente têm alguma função)

Não serem afetados por variações de temperatura ou umidade, ou por óleo, ácido, álcalis, sais, solventes ou água

Serem inodoros e higiênicos

Serem elásticos o bastante para dar a sensação de maciez

Serem fáceis de fixar máquinas e equipamento

Serem dissipadores de eletricidade estática e não causar faíscas

Serem de fácil limpeza

Sempre que possível utilizar as seguintes características de telhados e tetos:

Espaço suficiente e desobstruído para:

Máquinas de produção

Equipamentos - tanques de tratamento, estufas etc.

Equipamento de manuseio - guindastes, correias transportadoras, pontes rolantes etc.

Distribuição elétrica

Sistemas de ventilação e aquecimento

Circulação de ar

Banheiros, áreas de serviço e áreas de armazenamento construídos em nível superior ao piso

Resistência suficiente para suportar:

Máquinas e equipamentos de processo

Equipamentos de manuseio

Sistemas de ventilação e aquecimento

Transporte elevado, áreas de armazenamento e de serviços

Luz:

Iluminação no telhado independente de paredes ou planos de expansão

Calor:

Evitar perdas no inverno

Efeitos no pessoal no verão

Teto falso:

Acumulação de poeira e posterior limpeza

Aparência

no arranjo. Mesmo a necessidade de corredores de largura adequada é parte componente de qualquer plano de arranjo físico geral. Indubitavelmente uma das mais importantes limitações é a questão da economia de custos e disponibilidades financeiras para o investimento.

Enquanto trabalhamos com cada uma dessas considerações de mudança, diversas idéias para o rearranjo do espaço vêm a tona. Cada uma dessas idéias trará uma série de limitações práticas próprias. Por exemplo, em um determinado projeto de arranjo físico poderíamos achar interessante a utilização de um sistema de transporte completamente automatizado e sincronizado, mas as limitações práticas se opõem às vantagens de um tal sistema: o retorno do investimento, a grande dependência de um único tipo de equipamento, os problemas de fluxo de material que o sistema pode causar e outras limitações similares.

A cada alternativa que surja haverá uma série de limitações práticas que devemos pesar. A medida que comparamos os prós e os contras de cada uma delas, abandonamos as possibilidades que se mostram fracas e continuamos somente com as alternativas aparentemente de valor prático.

Essas alternativas serão então incorporadas aos vários ajustes do diagrama de inter-relações en-

tre espaços — já que cada idéia auxiliará no desenvolvimento de um arranjo mais satisfatório.

Essencialmente, este é um processo em que nos empenhamos em conseguir um arranjo das atividades que nos dará a melhor combinação de todas as limitações práticas.

A medida que trabalhamos com as considerações e limitações devemos registrar cada plano alternativo. Ao final, teremos apenas um número relativamente pequeno de alternativas. É muito raro chegarmos a um único arranjo. Pelo contrário, essas alternativas são geralmente em número de seis a oito. Se não conseguimos reduzi-las a esse número devemos continuar a analisar as considerações de mudança e as limitações práticas. Ou seja, ainda não estamos prontos para o próximo passo do sistema SLP.

Em qualquer caso, através da integração das considerações de mudança ao diagrama de inter-relações entre espaços e através da retirada das alternativas impraticáveis, poderemos alcançar de dois a cinco planos possíveis. No sistema SLP referimo-nos a eles como planos X, Y, e Z. Qualquer dessas alternativas pode funcionar. O próximo problema será decidir qual alternativa iremos adotar para o arranjo final. No próximo capítulo discutiremos como avaliar essas alternativas.

capítulo 10

SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Estamos agora em um ponto em que possuímos relativamente poucas alternativas de arranjos físicos. O sistema SLP chama essas alternativas de planos X, Y e Z. No entanto, cada uma delas tem uma série de vantagens e desvantagens. O problema agora é determinar qual das alternativas será a escolhida. Há, basicamente, três maneiras de se realizar essa seleção.

1. Balanceamento das vantagens e desvantagens
2. Avaliação da análise dos fatores
3. Comparação e justificação de custos.

Apresentação

Antes de realizarmos a seleção, cada alternativa deve ser representada de maneira clara. Isto significa que os planos alternativos devem receber um tratamento gráfico de bom nível (com cópias satisfatórias), pois sabemos que outras pessoas, eventualmente participantes do processo de seleção, podem não estar familiarizadas com os códigos, símbolos e designações de atividades que utilizamos no planejamento. As cópias ou reproduções não devem suscitar dúvidas sobre a maneira como os diversos arranjos foram estabelecidos. Como resultado, teremos condição de colorir as reproduções dos arranjos, imprimir os nomes familiares a empresa e indicar claramente as principais passagens para pessoas e veículos, paredes etc.

Dois exemplos de como blocos de área unitária podem ser substituídos por cópias de mais rápida compreensão estão mostrados na Fig. 10-1. Independente dos materiais realmente empregados, a principal exigência é uma cópia que permita fácil compreensão das alternativas que estamos selecionando.

E a experiência mostrou que cada plano deve ser de fácil identificação. Preferimos utilizar letras como identificação para evitar simpatias não-intencionais que números tendem a estabelecer. Devemos acrescentar também um título ou uma breve descrição de cada plano, suficientemente curta para ser escrita no plano e nas folhas de avaliação, o que ajuda a eliminar qualquer dúvida durante e após a avaliação.

Também devemos ter o cuidado em fazer cada arranjo físico exatamente da maneira como tencionamos que ela seja. Devemos preparar cópias do arranjo físico que iremos avaliar. O que faremos é avaliar o plano real, e não um plano que se consiga daquele, introduzindo algumas modificações.

Se começamos a avaliação de planos que não sejam os que realmente preparamos anteriormente, reduziremos a precisão da nossa avaliação e o tempo gasto se tornará significativamente maior.

Isso não quer dizer que não se possam realizar mudanças nos planos. Realmente, no processo de avaliação de arranjos físicos surgirão novas idéias. Em consequência, freqüentemente terminamos com uma nova combinação de duas das alternativas ou com uma ulterior modificação de uma delas — que muitas vezes é a que é a realmente selecionada. Mas a questão aqui é: quando isso surgir, deveremos redesenhar ou preparar uma nova cópia do plano de arranjo físico de modo que ele possa ser avaliado? Em outras palavras, devemos ter sempre à nossa frente a verdadeira cópia de cada alternativa a ser avaliada?

Nesta fase é conveniente o projetista corrigir e organizar suas folhas de trabalho, diagramas e cartas.

Uma compreensão fácil da documentação de inter-relações e espaços pode proporcionar a outros a possibilidade de uma rápida e eficaz apreciação do que foi projetado.

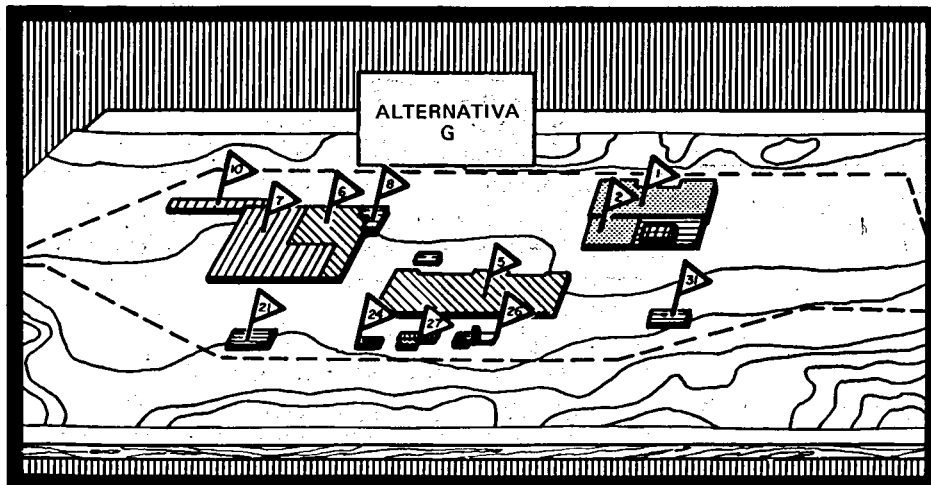
Provavelmente os melhores resultados serão obtidos quando a seleção se der entre planos que são sólidos, lógicos e que tenham diferenças significativas. Planos muito semelhantes oferecem pouca oportunidade de escolha ou possíveis futuros melhoramentos. Esta diferenciação é um passo muito importante no projeto (Quadro 9 do sistema SLP).

Balanceamento das vantagens e desvantagens

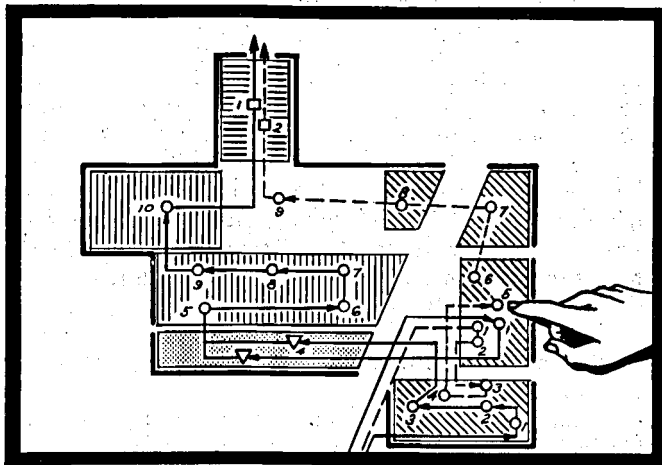
O método de listagem de vantagens e provavelmente o mais fácil dos três mencionados, mas também o menos preciso. Consequentemente, é o mais utilizado para análises preliminares de alternativas não definitivas ou nas fases I e II, onde os dados não são precisos e não se encontram prontamente disponíveis.

Esse sistema de prós e contras envolve apenas listagem de todas as vantagens de cada alternativa. Abaixo delas são colocadas as desvantagens. Essa simples comparação é surpreendentemente efetiva e não é certamente um procedimento que consuma muito tempo. Um exemplo de como isso pode ser feito encontra-se na Fig. 10-2.

Esse método de balanceamento de prós e contras pode ser feito de uma maneira mais apurada pela classificação da importância de cada vanta-



a



b

Figura 10-1 Antes da avaliação das alternativas, é necessário ter cópias dos planos. Em *a* temos os blocos de área unitária usados no planejamento do espaço que oferecem uma visualização do que foi planejado. Planos que envolvam aproximadamente 45 000 m² devem ser representados em plantas do terreno (e coloridos para melhor realce) e fotografados. A avaliação é feita a partir das várias alternativas fotografadas, que devem ter cópias disponíveis para estudos mais detalhados. Em *b* vemos uma das três alternativas do arranjo físico geral feita em diagramas de bloco com a indicação do fluxo de materiais

gem e da influência de cada desvantagem, como mostra a Fig. 10-3. A mesma classificação com as vogais que usamos em nossos procedimentos anteriores deve ser agora empregada apenas acrescentando-se uma escala de valores numéricos, como se vê na Fig. 10-4.

Avaliação da análise de fatores

Todo plano de arranjo físico tem custos intangíveis que por diversas razões práticas não podem ser medidos em termos de cruzeiros.

Além disso, uma análise comparativa dos custos das alternativas geralmente nos dá pouca escolha, não havendo nenhuma vantagem financeira substancial de uma sobre a outra. Em virtude disso, talvez o mais efetivo método de avaliação de alternativas de arranjo físico seja a avaliação da análise dos fatores. Ela segue o conceito da engenharia de dividir o problema em seus elementos e de analisar cada um deles separadamente. Basicamente, o processo é o seguinte:

1. Listar todos os fatores que são considerados importantes ou significativos na seleção do melhor plano.
2. Ponderar a importância relativa de cada um desses fatores em relação a cada um dos outros.

3. Avaliar os planos alternativos seguindo um fator de cada vez.

4. Reunir esses fatores avaliados e ponderados, e comparar o valor total dos diversos planos.

Este método é apresentado nas Figs. 10-5 e 10-6, e um exemplo é encontrado na Fig. 10-7. Este método de avaliação é altamente flexível, e preciso, ainda que sua precisão seja baseada numa série de julgamentos ou estimativas de probabilidades.

Os objetivos gerais de um projeto de layout são divididos nos chamados fatores ou considerações — os requisitos importantes que o projeto deve preencher. Eles devem ser estabelecidos, de preferência, por uma pessoa — após discussão com os que terão a incumbência de aprovar o trabalho — listando-os e definindo-os sucintamente. Desta forma, antes ou durante a ponderação da importância relativa de cada fator, as definições devem ser examinadas, modificadas no que for necessário e incluído qualquer outro fator que tenha sido abandonado sem justificativa.

No estabelecimento dos fatores, um cuidado que se deve tomar é que eles sejam claramente definidos e de fácil compreensão. Duplicação ou inconsistência neste ponto pode acarretar sérios pro-

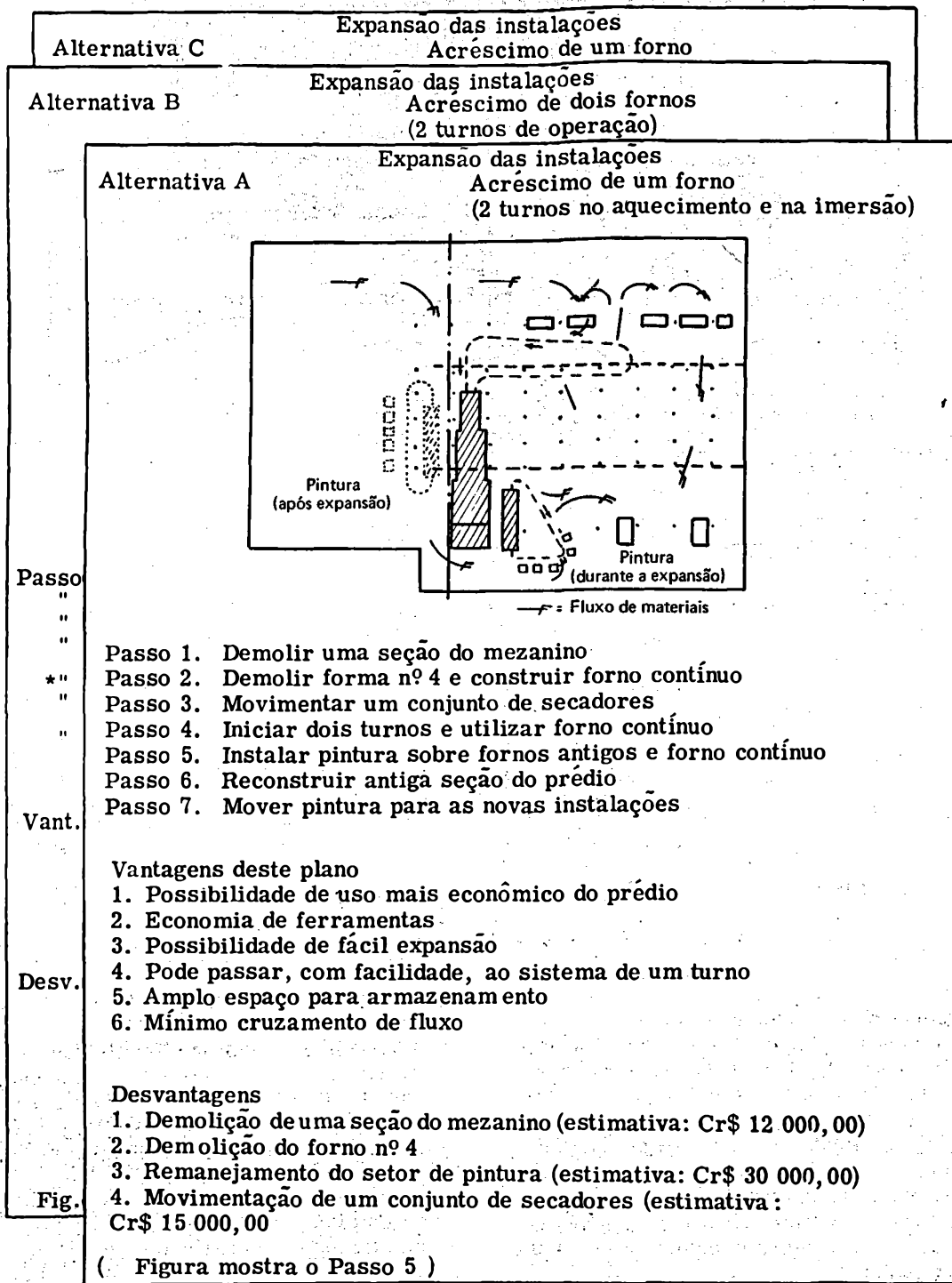


Figura 10–2 A avaliação de alternativas usando o método da comparação das vantagens e das desvantagens se mostra efetiva no caso de análise de planos em seus primeiros estágios

blemas mais tarde. Considerar "fluxo de materiais", "sequência progressiva de materiais" como fatores distintos só poderá conduzir à confusão.

Uma lista dos fatores ou considerações que aparecem mais comumente é apresentada a seguir — não estando em ordem de importância (ver no Apêndice VI a descrição desses fatores).

1. Facilidade para futuras expansões
2. Adaptabilidade e versatilidade

3. Flexibilidade do arranjo físico
4. Eficiência do fluxo de materiais
5. Eficiência do manuseio de materiais
6. Eficiência da estocagem
7. Utilização de espaços
8. Eficiência na integração dos serviços de suporte.
9. Higiene e segurança
10. Condições de trabalho e satisfação dos empregados

VANTAGENS	
Plano A 1. Pode utilizar porão para estoque de matéria-prima A- 2. Pode receber material por ferrovia I 3. Pode utilizar atual escritório O	Plano B 1. Ferramentaria próxima ao Departamento de Engenharia E 2. Maioria dos operários ficará junto ao estacionamento I- 3. Expansão para novos processos I

Figura 10-3 Uma classificação para o método de comparação de vantagens e desvantagens. As desvantagens são classificadas com o sinal negativo e depois convertidas em valores negativos

CLASSIFICAÇÃO DAS VOGAIS E VALORES NUMÉRICOS		
Vogal	Descrição	Valor numérico
A	Excelente	4
E	Muito bom	3
I	Bom	2
O	Razoável	1
U	Fraco	0
X	Insatisfatório	?

Figura 10-4 A classificação das vogais deve ser feita em primeiro lugar. Somente depois é que deve ser convertida em valores numéricos

11. Facilidade de supervisão e controle
12. Relações com a comunidade e público; valor promocional e imagem da organização
13. Qualidade do produto ou material
14. Problemas de manutenção
15. Integração com a estrutura organizacional da empresa
16. Utilização do equipamento
17. Segurança da fábrica
18. Utilização das condições naturais, construções e arredores
19. Possibilidade de satisfazer a capacidade produtiva
20. Compatibilidade com os planos a longo prazo da empresa

O estabelecimento da ponderação do valor para cada fator geralmente é uma decisão da alta administração. Talvez a maneira mais efetiva de se estabelecer com justeza a ponderação dos fatores seja a de selecionar um, considerado o mais importante, e dar a ele o valor 10, e relacionar a ele o valor de cada um dos outros. Deve ser obtida a concordância para esses valores, especialmente dos que aprovarão o arranjo, antes de seguir adiante.

Para a classificação de cada plano, usamos a classificação das vogais (modificada) que se vê na Fig. 10-4.

Quando avaliarmos os planos, devemos fazê-lo considerando um fator de cada vez. Isso nos permite manter uma interpretação constante de cada fator para os diversos planos. Isto é importante pois é mais fácil relacionar com um só fator para diversos planos do que o contrário, principalmente porque temos em geral mais que cinco fatores mas raramente mais que cinco planos. Além disso, estaremos tentando comparar cada plano com base em um fator de cada vez, o que nos fornece maior objetividade.

Mais: se avaliamos verticalmente um plano de cada vez, somos tentados a ver como os resultados começam a se configurar, podendo haver uma tendência de preferência por este ou aquele plano. Podemos evitar essa possível tendência utilizando o procedimento indicado e usando letras em vez de números durante o processo de avaliação.

Após a avaliação de todos os planos com base nos fatores, convertamos as letras em seus valores numéricos. Depois multiplicamos esses valores pelo peso do fator. Depois somamos os valo-

Listar os fatores, considerações ou objetivos que estão envolvidos (ou se pretende realizar) no projeto

Identifique os planos alternativos por letras

FATORES/CONSIDERAÇÕES	Peso	AVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO PONDERADA					Comentários
		A	B	C	D	E	
1							
2							
3							
4							
5							
TOTAIS							

Indique o peso ou a importância de cada fator relativamente aos outros

Avalie cada plano alternativo em relação a cada fator (coloque na metade superior do retângulo)

Multiplique o peso pela avaliação para obter a avaliação ponderada.

Some as avaliações ponderadas de cada plano alternativo e compare os totais entre si

Figura 10—5 Procedimento do método de avaliação de análise dos fatores. O sistema SLP indica uma faixa de 1 a 10 para as avaliações

res ponderados para cada plano e verificamos seu total. Os resultados deste procedimento levam a alguns caminhos:

1. Um dos planos se destaca claramente dos demais e pode ser aceito como o mais lógico. Uma vantagem de 20% sobre o mais próximo competidor garante a vitória.
2. Dois planos têm totais muito próximos. Neste caso, pode ser feita a reavaliação desses dois planos, envolvendo mais fatores, maior precisão na avaliação, reestudo dos pesos ou convidando mais pessoas para tomar parte no processo de avaliação.
3. Podemos voltar e olhar as duas ou três melhores alternativas e examinar os fatores que receberam menores avaliações (O e U). Concentrando-nos nesses pontos fracos, podemos aperfeiçoar mais ainda cada arranjo.
4. Durante o processo de avaliação, descobrimos que uma combinação de dois ou mais planos pode ser feita. Isso significa que devemos integrar este novo arranjo ao estudo, acrescentando outra coluna à folha e avaliá-lo da mesma maneira como os outros.

Observe que na parte superior da folha de avaliação existe espaço para o registro de dados importantes. Quando fazemos a avaliação, necessitamos além do plano de uma breve descrição de cada plano alternativo, que deve ser colocada no alto da folha. Também deve ser registrado o nome dos que estabelecem as ponderações, dos que fazem a avaliação e dos que preenchem a folha e executam os cálculos necessários.

A avaliação pode ser feita apenas pelo analista, ou então por uma equipe. Quando as pessoas mais interessadas são convidadas a tomar parte na avaliação obtêm-se diversas vantagens. Se for obtida opinião unânime dos participantes, o arranjo não terá dificuldade em sua aceitação; não haverá necessidade de retornar e convencer ou tentar convencer essas pessoas das vantagens sobre outro. Esse sentimento de participação faz com que o pessoal envolvido no projeto analise com profundidade todas as alternativas, e não apenas as que inicialmente lhe pareceram mais simpáticas. A participação neste estágio, assim como a participação nos estágios do estabelecimento das inter-relações e das necessidades de espaço, traz para as consultas e as discussões as pessoas que estão re-

PROCEDIMENTO PARA O MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE ANÁLISE DOS FATORES

1. Identifique os planos a serem avaliados.
 - a. Selecione os planos a serem avaliados.
 - b. Tenha sempre um desenho do plano frente ao avaliador de modo que esse o entenda perfeitamente.
 - c. Identifique cada plano através de letras - A, B, C, D, etc. Forneça também uma breve descrição escrita de cada plano.
2. Estabeleça os fatores ou considerações.
 - a. Liste que fatores, considerações ou objetivos envolvidos ou se pretende alcançar no projeto.
 - b. Defina os fatores de modo que sejam perfeitamente entendidos. Evite duplicação de objetivos e dificuldades de linguagem.
3. Construa a folha de avaliação.
 - a. Escreva os fatores ou considerações.
 - b. Identifique os planos alternativos.
 - c. Deixe espaço para anotações.
4. Determine a importância relativa de cada fator.
 - a. Determine o peso ou a importância de cada fator em relação aos outros.
 - b. Registre o autor dessa ponderação.
5. Avalie cada fator para cada plano alternativo.
 - a. Estabeleça um código de avaliação.
 - b. Avalie cada plano alternativo.
 - c. Avalie todos os planos para um fator: só depois passe para outro fator.
 - d. Coloque o símbolo respectivo de cada avaliação.
 - e. Registre o autor das avaliações.
6. Calcule os valores ponderados e o total.
 - a. Converta os símbolos em valores numéricos e os multiplique pelos pesos.
 - b. Some os valores ponderados para cada plano e coloque o resultado na coluna correspondente.
 - c. Registre o autor dos cálculos.
 - d. Aja de acordo com os resultados.

Figura 10-6 Procedimento para o método de avaliação de análise dos fatores

almente interessadas em que o projeto seja um sucesso completo.

O método de participação conjunta usado para avaliação de alternativas pode seguir dois caminhos: (a) por meio de cada pessoa separadamente com posterior comparação ou (b) por meio de discussão conjunta. Geralmente a primeira é mais conveniente, pois comparação entre avaliações individuais mostrará que mais da metade serão coincidentes e a discussão pode se limitar somente às áreas onde ocorrem diferenças.

O método de análise dos fatores faz uma avaliação sistemática sem se basear em pontos de vis-

ta subjetivos, sendo por conseguinte particularmente aplicável onde os custos de investimento ou economias entre os planos não são precisos ou significativos. Este procedimento se adapta especialmente para projetos onde as opiniões divergem muito em relação às considerações econômicas.

Arranjos físicos gerais, áreas de serviço e escritórios se prestam bastante a este procedimento; mais ainda para arranjos físicos detalhados de máquinas e equipamentos de produção onde os fatores são mais tangíveis ou específicos.

Esta técnica possui benefícios psicológicos. Ela proporciona uma maneira conveniente e organiza-

FOLHA DE AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Fábrica/Área Fábrica MGT Projeto n.º 60121 Data 6/2

Descrição das alternativas:

- A. Áreas de armazenagem descentralizadas
 B. Áreas abertas
 C. Serviços modulares
 D. Áreas semi-abertas
 E. _____

Ponderado por L.V.Vieira Avaliado por J.G.Vasconcellos Calculado por J.Camilo

FATOR/CONSIDERAÇÃO	PESO	AVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO PONDERADA					COMENTÁRIOS
		A	B	C	D	E	
1 Conveniência de serviço	10	U 0	I 20	I 20	E 30		
2 Facilidade de supervisão	6	0 6	A 24	E- 15	E- 15		
3 Possibilidades de expansão Uso do sub-solo e 2º andar	5	0- 3	I 10	0 5	0 5		
4 Fluxo de materiais e economia de movimentos	10	0 10	U 0	I 20	E 30		
5 Flexibilidade	9	0 9	E 27	I 18	E 27		
6 Custos (alteração de instalações)	8	0- 4	0 8	I 16	E 24		
7 Possibilidade de aumentar a capacidade de fabricação	5	A 20	0 5	U 0	0- 3		
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
TOTAIS		52	94	94	134		

NOTAS A - Quase perfeito (4) E - Muito bom (3) I - Bom (2)
0 - Razoável (1) U - Ruim (0)

Figura 10-7 Exemplo de avaliação de layouts através do método de análise dos fatores. A avaliação e os valores correspondem aos mostrados na Fig. 10-4. Neste exemplo, uma das alternativas aparece com destaque. Na prática, isto nem sempre acontece, o que exige um estudo mais aprofundado

da de envolver os que participarão da avaliação e os que deverão aprovar as despesas. Mais importante ainda, fornece ao projetista uma maneira como calibrar seu senso de valores com o pensamento do pessoal da administração e de operação, o que lhe dará mais fundamentos para quando da indicação de um determinado plano.

De fato, o método de análise dos valores para seleção de alternativas de arranjos funciona da mesma forma que a maioria dos planos de avaliação de trabalho. Mas fazer o sistema de avaliação de arranjos muito elaborado não é indicado porque os fatores e pesos variam de empresa para empresa e de projeto para projeto dentro de uma mesma empresa.

Comparação de custos

O método de avaliação de arranjos físicos que possui mais recursos lembra muito uma comparação de custos ou análise financeira. Em muitos casos, mesmo que a análise de custos não seja a base principal da decisão, ela será usada para suplementar outros métodos de avaliação.

Há dois motivos inteiramente diferentes para se fazer uma análise de custos, embora os elementos usados nos dois casos possam ser idênticos. No primeiro caso, o objetivo é justificar um determinado projeto — procurando saber se ele é ou não viável economicamente. No segundo caso, o problema é comparar projetos alternativos para decidir qual deles será o melhor em face de uma determinada operação real.

O projetista está geralmente interessado no segundo caso e freqüentemente também com a justificativa (primeiro caso).

Na preparação de uma análise de custos, há basicamente dois caminhos que podem ser seguidos. Podemos considerar os custos totais envolvidos ou considerar apenas os custos concernentes ao projeto em consideração. Se estão sendo comparadas propostas alternativas para um arranjo inteiramente novo, devemos utilizar custos totais. Se estamos tratando de rearranjo, geralmente é mais simples, e também mais eficaz, trabalhar apenas com as mudanças em custos levando em conta as diversas propostas em consideração.

Outro fator a ser considerado antes de decidir que tipo de comparação fazer é o tamanho do projeto. Se o projeto for extenso e complexo, poderá ser avaliado por seus efeitos na operação total da empresa. Por outro lado, um projeto de arranjo relativamente pequeno pode ser avaliado e as al-

ternativas podem ser comparadas simplesmente calculando as variações que as diversas alternativas podem provocar no lucro da empresa.

Antes de fazer qualquer cálculo, o projetista deve estar inteiramente familiarizado com as políticas financeira e contábil da empresa, e as propostas devem estar sujeitas a um tratamento que seja comum a todas. Além disso, é muito importante que o projetista saiba que decisão a gerência planeja tomar com base nas informações por ele levantadas. Há certas áreas que podem conduzir a erros se não forem claramente entendidas. Podemos citar como exemplos a política de depreciação da empresa, impostos, procedimento de distribuição de custos e alocação de custos a contas específicas.

Além disso, há diversos métodos de levantar a viabilidade de um investimento em um projeto de layout (método da taxa de retorno, método do valor atual e método do benefício líquido anual*) não havendo opinião unânime sobre qual deles seja o melhor.

Nossa regra será usar o método recomendado pelo departamento financeiro ou o que ele aceitará.

Antes de começar a coletar dados para uma análise, o projetista ou analista deve saber que há dois tipos de despesas: gastos de capital e custos operacionais. Uma classificação imprópria ou inconsistente desses gastos pode levar a erros graves. As questões relativas à classificação apropriada devem ser resolvidas com os contadores antes de ser iniciada a análise.

Tendo essas considerações em mente, precisamos de uma forma sistemática para classificar os elementos de custo e acumular as informações que permita a utilização de qualquer método de análise. Para atender a essas exigências recomendamos o seguinte procedimento:

1. Preparar formulários para os investimentos necessários a cada alternativa.
2. Preparar formulários que estabeleçam os custos operacionais estimados.
3. Fazer cálculos para comparar ou justificar os custos dos planos alternativos.

A Fig. 10-8a nos apresenta uma Folha de estimativa de investimentos. Ela tem espaços adequados para o registro dos vários tipos de gastos em investimentos e relaciona esses gastos aos períodos em que devem ocorrer. A maioria dos itens ou classes de gastos que podem ser necessários encontra-se listada do lado esquerdo da folha, a-

Figura 10-8 Em a, uma *Folha de estimativa de investimentos* usada para a modernização do sistema de movimentação de materiais. A folha possui espaço para listagem e classificação dos fundos necessários. No exemplo, um terço do material será comprado apenas no próximo ano. Os períodos antes e depois do ponto zero devem ser convenientemente estabelecidos: podem ser usados ano comum, ano fiscal, trimestres etc. Em b, uma *Folha de estimativa de custos operacionais*. Aqui são comparados os custos para o método atual e o método proposto (A). Foram comparados os custos para cada item e para o total. Em c, uma *Folha de estimativa de retorno de capital*. Aqui, qualquer requerimento de capital de giro é excluído, pois se supõe que ele será recuperado quando as instalações forem terminadas ou abandonadas. Devemos nos lembrar de que o total de fundos solicitado, o total de capital de investimento a ser autorizado e o total a ser recuperado durante o tempo de retorno de capital nem sempre são iguais. Para conveniência de computação do período de retorno, não deve se levar em conta os dados relativos à obsolescência e às despesas iniciais de operação a menos que, entre as alternativas, esses itens tenham uma diferença significativa

* Ver sobre o assunto: Fleischer, G., Teoria da aplicação do capital — um estudo das decisões de investimento, Editora Edgard Blucher Ltda., São Paulo, 1973

FOLHA DE ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO

Descrição: Modernização do sistema de movimentação Razões para o projeto (marque uma): ☒ Redução de custos ☐ Entrada de novo produto ☐ Outra

Companhia: M.F.P. S.A. Fábrica: 3 - A. Matias Projeto: 52 - Helvécia Data: 12/12 Assinatura: [assinatura]

TIPO DE GASTOS	ANTES DO PONTO ZERO				APÓS O PONTO ZERO				TOTAL POR CLASSE
	19 - 1	19 - 2	19 - 3	19 - 4	19 - 5	19 - 6	19 - 7	19 - 8	
Capital									
1. Terreno									
2. Edifícios									
3. Equipamentos de produção									
4. Equipamento móvel									
5. Equipamento auxiliar									
6. Equip. de moviment.									
7. Subtotal									
8. Depreciação									
9. Provisão do terreno									
10. Custos de movimentação									
11. Serviços de engenharia									
12. Início - instalação									
13. Desobscurecimento									
14. Subtotal									
15. Total requisitado (8 + 14)									
Capital de giro									
16. Caixa mínima									
17. Contas a receber									
18. Estoque prod. acabados									
19. Estoque prod. sempr. acabados									
20. Estoque de matéria-prima									
21. Total									
22. Total geral (15 + 21)									

NOTA: O ponto zero corresponde ao início das operações

FOLHA DE ESTIMATIVA DE CUSTOS OPERACIONAIS

Descrição: Modernização do sistema de movimentação Razões para o projeto (marque uma): ☒ Redução de custos ☐ Entrada de novo produto ☐ Outra

Companhia: M.F.P. S.A. Fábrica: 3 - A. Matias Projeto: 52 - Helvécia Data: 12/12 Assinatura: [assinatura]

ELEMENTOS DE CUSTO	Período 19 - 1		Período 19 - 2		Período 19 - 3		Período 19 - 4		Período 19 - 5		Período 19 - 6		Período 19 - 7		Período 19 - 8	
	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	Alt. Dif.	
Material																
1. Material direto																
2. Refugos e perdas																
3. Suprimentos																
4. Peças de manutenção																
5. Subtotal																
6. Mão-de-obra																
7. Mão-de-obra direta																
8. Paradas																
9. Hora extra																
10. Manutenção *																
11. Inspeção *																
12. Depósitos *																
13. Supervisão *																
14. Engenharia *																
15. Outros serviços indiretos *																
16. Benefícios																
17. Subtotal																
18. Orçamento geral																
19. Juros sobre investimentos																
20. Aluguéis																
21. Combustível, energia																
22. Taxas e seguros																
23. Depreciação																
24. Depreciação																
25. Subtotal																
26. TOTAL (17 + 19 + 26)																

*Itens retratados do orçamento para maior precisão

FOLHA DE ESTIMATIVA DO RETORNO DE CAPITAL

Descrição: Modernização do sistema de movimentação Razões para o projeto (marque uma): ☒ Redução de custos ☐ Entrada de novo produto ☐ Outra

Companhia: M.F.P. S.A. Fábrica: 3 - A. Matias Projeto: 52 - Helvécia Data: 12/12 Assinatura: [assinatura]

ITEM	Custos atuais	Custos para		Custos para		Custos para		Custos para	
		Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D	Alt. E	Alt. F	Alt. G	Alt. H
1. Custos operacionais	738.000	588.000							
2. Diferença de custos		150.000							
3. Impostos previstos		75.000							
4. Lucro após o imposto (2 - 3)		75.000							
5. Diferença na depreciação		38.000							
6. Total recuperado no período (aumento de lucro com base no fluxo de caixa)		113.000							
7. Fundos totais a serem recuperados		220.000							
8. Tempo de retorno do capital		3.7							

NOTAS:

* Todos os dados calculados em períodos iguais

Item 2: Este dado é equivalente à soma do lucro antes dos impostos

Item 3: Basear por período, se houver outros itens calculados em períodos diferentes

Item 4: Normalmente somado ao item 6

Item 5: Inclui investimento de capital, exceto capital de giro

Item 6: Prever em porcentagem apropriada a estrutura tributária aplicada

Item 8: Converter para período igual ao dos outros itens

NOTAS: @ Antes da taxa de desobscurecimento de \$ 30.000

lêm de espaços em branco reservados para itens especiais. Também reservamos espaços para os itens de custo que ocorrem antes do início das operações porque freqüentemente eles são esquecidos. Devemos nos lembrar de que alguns itens listados nessa categoria serão levados para uma conta de gastos e não serão capitalizados. Contudo, alguns dos itens listados como gastos, tais como preparação de terreno e serviços de engenharia, podem ser classificados como gastos de capital dependendo das circunstâncias sob as quais ele é realizado.

Uma seção da folha foi reservada para o capital de giro — novamente porque muitas vezes é omitido dos cálculos ao qual ele pertence. As colunas verticais serão identificadas pelo ano em que um determinado gasto será feito. O valor atual dessas quantias é de grande importância; não podemos nos esquecer de que certas quantias serão gastas antes do início das operações. Por exemplo, se pagamos Cr\$ 3 milhões pelo terreno três anos antes do início das operações em lugar de um ano antes, a diferença no custo total a juro simples de 6% ao ano, durante dois anos, é de Cr\$ 360 000. Este tipo de gasto é facilmente esquecido, a menos que reservemos espaço no modelo para ele.

Algumas vezes, depois do início das operações, são necessários investimentos adicionais de capital. Por exemplo, podemos acrescentar um depósito junto a um centro de produção algum tempo depois de alcançado o teto de produção. A folha traz uma advertência: estes investimentos devem ser cuidadosamente pesquisados e incluídos.* Os dados devem estar apoiados em estimativas sólidas e previsões financeiras corretas. Em geral, fazemos uma folha para cada um dos planos alternativos.

Este mesmo tipo de folha é usado para o registro dos dados relativos aos custos operacionais. A Fig. 10-8b mostra uma Folha de estimativa de custos operacionais. Mais uma vez os elementos de custo são listados à esquerda da folha. As colunas verticais podem ser usadas para registrar o montante de custos por período, por alternativa ou podemos fazer uma combinação de ambos. A folha poderá ser utilizada posteriormente para computarmos as diferenças entre alternativas, custos totais por período ou uma combinação de ambos. Todos os dados devem vir de folhas de análise de custos bastante detalhadas.

A divisão dos elementos de custo pode parecer detalhada demais, mas nós o fizemos deliberadamente. Muitas vezes nos esquecemos de certos elementos; esta lista vai nos auxiliar a verificar se todos os custos foram incluídos nos cálculos.

Ambas as folhas podem ser utilizadas em qualquer projeto. Basta que coloquemos os lançamentos nos locais apropriados.

Com essas duas folhas preenchidas, teremos os dados necessários para o cálculo de uma solução para o projeto. Devemos então decidir que tipo de análise usaremos. Em muitos casos o analista se-

rá obrigado (pela política da empresa) a utilizar um método de análise predeterminado; de qualquer forma, ele deverá conhecer a base teórica em que se baseia o método assim como todos os assuntos correlatos.

Não há espaços disponíveis para uma discussão detalhada dos vários métodos de análise. Há muitas informações sobre o assunto em livros específicos, apesar de as autoridades não terem chegado a um acordo sobre o melhor método a usar.

Na Fig. 10-8c utilizamos os dados das figuras anteriores para calcular o tempo de retorno do capital. Trabalhamos com as variações de custo entre um método existente e um método proposto, e comparamos as economias de custo (aumento de lucro com base no fluxo de caixa) aos fundos totais a serem recuperados para determinar o tempo em que o projeto se pagará.

Este é um método popular de justificação e comparação de custo, e por isso nos o apresentamos. Mas chamamos atenção para suas limitações, sendo que não é aconselhável utilizá-lo especialmente se a vida útil do projeto for consideravelmente maior que o tempo de retorno do capital.

Para a decisão final, os custos não serão os únicos elementos a serem avaliados quando comparamos os planos propostos. Freqüentemente fatores intangíveis avaliados pelo método de análise dos fatores serão mais significativos do que a comparação e justificativa de custos. De qualquer forma, ambos os métodos podem ser utilizados em muitos, se não na maioria dos projetos.

Aprovação

Para conseguir que nosso projeto seja aprovado, podemos seguir uma infinidade de métodos que depende da natureza do projeto, da empresa e da espécie de aprovação que desejamos. Em geral, a obtenção de aprovação para o arranjo físico geral envolve:

1. Rever o plano com as pessoas mais envolvidas — inclusive o pessoal de operação e serviços. Isso nos servirá de verificação do plano e dá a todos um sentimento de participação, o que auxilia na aceitação prévia do layout. As pessoas passam a entender melhor aquilo que foi projetado e auxiliar na descoberta de erros. Tudo isso faz com que tenhamos respaldo de todas as pessoas envolvidas quando apresentarmos o projeto à alta administração.
2. Preparar uma apresentação clara e precisa das proposições. A visualização clara e precisa auxiliara os que aprovarão o layout a compreenderem rapidamente o projeto. Isso pode ser feito através da apresentação de plantas mostrando a situação atual e a proposta, desenhos e modelos explicativos, e com planos que mostrem com clareza as soluções alternativas e a que recomendamos.
3. Providenciar um sumário ou sinopse do desenvolvimento do projeto que recomendamos, onde se poderá usar a metodologia do sistema

* Os dados desta folha serão as bases para os requerimentos de capital a serem incluídas no orçamento de capital, que será discutido no Cap. 15

SLP. Se as inter-relações e os espaços haviam sido aprovados anteriormente, podemos ser altamente convincentes ao submeter o projeto a aprovação final.

4. Preparar um roteiro da apresentação que poderá ser oral ou escrito, cujo objetivo específico será a obtenção de aprovação e a alocação das despesas. Devemos incluir um relatório resumido indicando os investimentos necessários; quando será gasto; qual será o retorno e quando; uma demonstração dos gastos a serem efetuados; e os fatores intangíveis (vantagens e desvantagens). Além disso, deverá responder às perguntas que as pessoas terão em mente antes de aprovar o projeto:

- a. Qual o lucro que obteremos com este projeto?
- b. Que risco corremos?
- c. De que maneira este arranjo afetará a mim e ao grupo que represento?

Aprovação recebida

Completamos o sistema de procedimento SLP quando o arranjo físico geral recebe aprovação. Ao alcançarmos este ponto podemos iniciar a fase do planejamento detalhado do projeto. Devemos fazer cópias do plano aprovado e distribuí-las aos grupos de trabalho, o que nos auxiliará a integrar os planos posteriores ao que foi aprovado.

Considerações finais

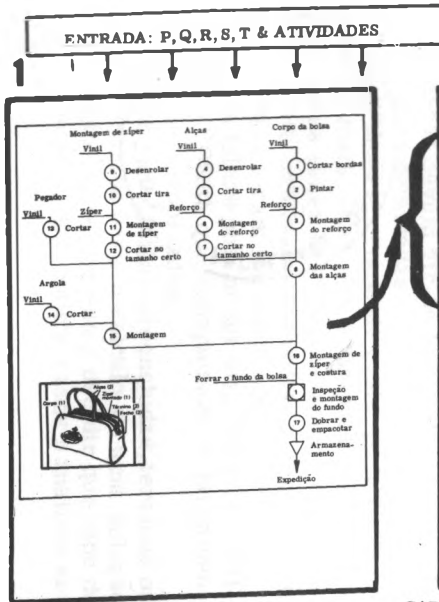
Nos oito capítulos da Parte 2 discutimos a elaboração do arranjo físico geral como uma sequência rígida. Contudo, devemos ter em mente que a Fase I penetra a Fase II e que esta se sobrepõe à Fase III. Isso significa que muitas vezes precisaremos estudar o arranjo detalhado para subáreas críticas, enquanto trabalhamos na Fase II, sendo às vezes necessário que se faça um arranjo físico geral. Então, esta Fase II já aprovada será submetida a estudos, comentários, possíveis correções, o que envolverá engenheiros, arquitetos consultores de arranjo físico e outros, caso não tenham participado do estudo das considerações de mudança ou na avaliação das alternativas.

Projetos experimentais que tenham avançado até a Fase III podem agora seguir em frente com pouca probabilidade de que maiores mudanças no arranjo físico geral causarão atrasos no detalhamento do projeto.

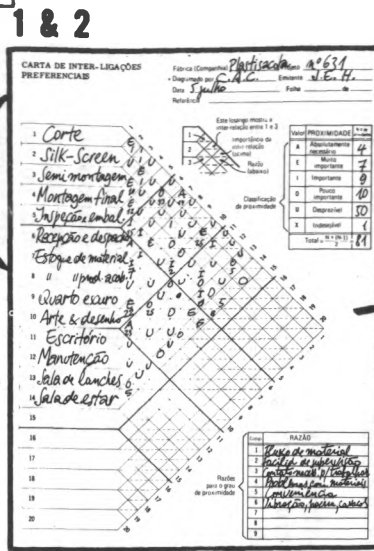
É perda de tempo avançar demais nos detalhes durante a Fase II sem termos chegado a uma conclusão acerca dos fatores físicos principais (espacamento entre colunas, paredes, corredores principais, distribuição de suprimentos etc.) que são parte do arranjo físico geral ou são aprovados junto com ele.



EXEMPLO DE PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT, FASE II



FLUXO DE MATERIAIS



CARTA DE INTER-LIGAÇÕES DE ÁREAS DE ATIVIDADES (BASEADA NO FLUXO DE SERVIÇO)

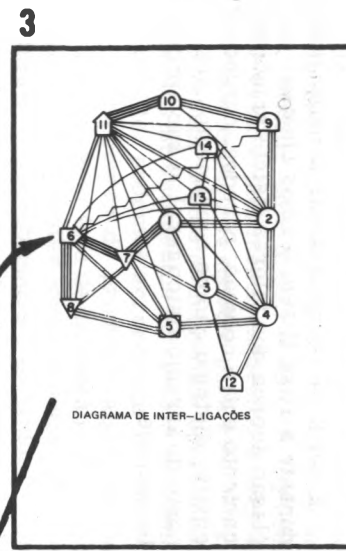


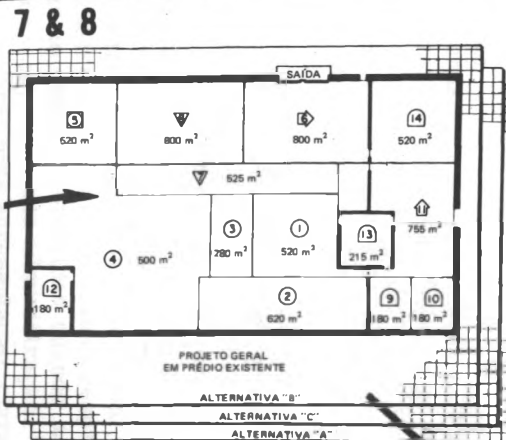
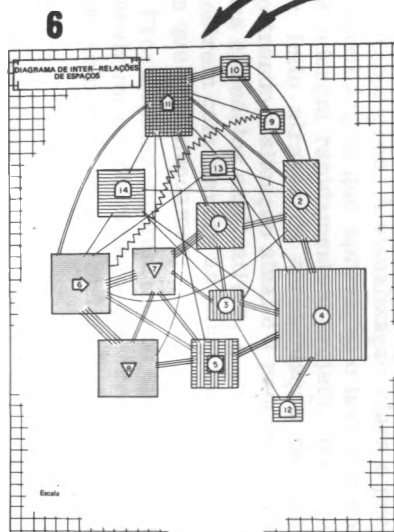
DIAGRAMA DE INTER-LIGAÇÕES

4 & 5

FORMULÁRIO DE CARACTERÍSTICAS E ÁREA DAS ATIVIDADES

Atividade	Nome	Área em m²	Unidade de trabalho	Características	Requisitos especiais e sua prioridade
1	Corte	520	4		
2	Silk-screen	300	1		
3	Semi-montagem	263	1		
4	Montagem final	1.400	1		
5	Inspeção e embalagem	520	1		
6	Recorte e desbaste	180	1		
7	Estampa de material	535	1		
8	Ilustração	845	1		
9	Quarto exato	430	1		
10	Arte & desenho	430	1		
11	Escritório	270	1		
12	Manutenção	430	1		
13	Sala de lanches	250	1		
14	Sala de estar	580	1		

NECESSIDADE DE ESPAÇO



ALTERNATIVA BASEADA EM MODIFICAÇÕES E LIMITAÇÕES PRÁTICAS

9

PLANO DE AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Diagrama de layout mostrando as áreas de atividades e suas conexões. O diagrama é um plano de planta com as áreas numeradas de 1 a 14 e suas respectivas áreas em m²: 1. 520 m², 2. 800 m², 3. 800 m², 4. 520 m², 5. 520 m², 6. 520 m², 7. 520 m², 8. 520 m², 9. 520 m², 10. 520 m², 11. 520 m², 12. 520 m², 13. 520 m², 14. 520 m². O diagrama também inclui uma tabela de classificação de proximidade e uma tabela de classificação de proximidade.

