

Richard Muther e John D. Wheeler

---

# **PLANEJAMENTO SIMPLIFICADO DE LAYOUT (SISTEMA SLP)**

**IMAM:XX**

Do original: Simplified Systematic Layout Planning  
Copyright © 1994 by Richard Muther

Original em inglês editado: Management and Industrial Research Publications  
Copyright © 2000 by IMAM Editora e Comércio Ltda.

Todos os direitos para a Língua Portuguesa estão reservados pela IMAM Editora e Comércio Ltda.

Nenhuma parte deste trabalho pode ser reproduzida por qualquer forma ou meios, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópias, gravações ou qualquer sistema informático, sem a prévia autorização escrita do editor.

Capa: Fernanda Naomi Akimoto  
Edição Eletrônica: UP Case

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Muther, Richard

Planejamento sistemático e simplificado de layout / Richard Muther e John D. Wheeler; tradução Edgar Toporcov. -- São Paulo : IMAM, 2000.

Título Original : Simplified systematic layout planning.

1. Leitura de empresas I. Wheeler, John D.

II. Título

00-2957

CDD-658.23

**Índices para Catálogo Sistemático:**

1. Leiautes : Planejamento : Administração de empresas 658.23

1. Planejamento de Leiautes : Administração de empresas 658.23

IMAM Editora e Comércio Ltda.

Rua Loefgreen, 1400 - V. Mariana

CEP 04040-902 - São Paulo - SP

Tel.: +(11) 5575-1400

Fax: +(11) 5575-3444

imam@imam.com.br

http://www.imam.com.br

3ª edição: 2012

## ÍNDICE

<b>Prefácio</b>	<b>5</b>
Introdução	7
 1 Diagrama de Relações	9
 2 Estabelecer Necessidades de Espaços	15
 3 Diagrama de Relações das Atividades	21
 4 Desenhar os Layouts de Relações dos Espaços	27
 5 Avaliar os Arranjos Alternativos	33
 6 Detalhar o Plano do Layout Selecionado	39
Exemplos de Aplicação	46
Formulários de Trabalho	49

## PREFÁCIO

Este livro foi escrito especialmente para três grupos.

O primeiro é o *planejador de layout*. Ele/Ela é especializado(a) em planejamento de layouts de áreas de produção. Entretanto, não consegue reconhecer totalmente que o layout de escritórios, laboratórios, atividades de serviços de suporte e outras áreas “não-produtivas” exige procedimento diferente. Seu fluxo convencional de materiais deve ser substituído por uma análise de relações mais amplas e sua análise individual e efetiva dos aspectos específicos deve fornecer meios de reunir opiniões e avaliação de conveniência ou preferência.

O segundo grupo envolve o *não-profissional* - a pessoa não especializada nas técnicas de planejamento de layout. Este segundo grupo inclui pessoas como o proprietário de um pequeno negócio, o analista ou uma pessoa da área de sistemas, geralmente não familiarizada com o planejamento da área de trabalho ou do layout do escritório, e o chefe do departamento ou o supervisor da área que se defronta com um trabalho de planejamento de espaço ou redistribuição e que pretende fazer ele próprio.

O terceiro grupo é a *equipe de planejamento autodirigida*. O Planejamento Sistemático de Layout é ideal para este grupo. Assim, este livro, por si só, serve como facilitador, orientando os autoplanejadores com um procedimento lógico aprovado em milhares de projetos de layout de espaços.

Basicamente, sentimos a necessidade de um método simples de planejamento de layout de pequenas áreas. Queríamos que o método fosse fácil e simples de compreender, e baseado em fundamentos; queríamos que ele fosse universalmente aplicável a qualquer tipo de espaço. Embora muitos planejadores bem-sucedidos encontraram seu próprio método particular, não conseguimos encontrar nenhuma literatura que atendesse aos critérios acima.

“O Planejamento Sistemático de Layout” é um resumo do livro Planejamento Sistemático de Layout\*. Ele foi concebido especificamente para o analista, planejador ou engenheiro atuante que lida com problemas de layouts industriais ou comerciais. O Planejamento Sistemático de Layout (ou mais comumente chamado de SLP) consiste de uma *estrutura de fases* através da qual cada projeto deve passar, de um *padrão de procedimentos* para o

\* Systemic Layout Planning (Planejamento Sistemático de Layout, Primeira Edição, 1961, Muther, R., Industrial Education Institute, Boston, MA Segunda Edição, 1973, Management & Industrial Research Publications, Kansas City, MO 64113)

## INTRODUÇÃO

planejamento contínuo e de um conjunto de convenções para identificação, visualização e classificação de várias atividades, relações e alternativas envolvidas em qualquer projeto de layout. As diferenças entre o SLP e o SLP Simplificado são explicadas em detalhes na parte interna deste livro.

O SLP Simplificado foi inicialmente apresentado para várias associações comerciais e sociedades profissionais. A Revista FACTORY publicou-o em forma de séries. Posteriormente, o livro ou parte dele foi traduzida em mais de 15 idiomas. Hoje, esta condensação das Fases II e III do SLP, apresentada aqui em um só volume, é ideal para orientar equipes de trabalho autodirigidas para o planejamento do arranjo de seu próprio espaço.

Os tipos de projetos de layout para os quais o “SLP Simplificado” é mais aplicado incluem:

Áreas de escritórios de até 300 metros quadrados, aproximadamente.

Áreas de lojas ou de laboratórios de até 500 metros quadrados, aproximadamente.

Áreas de estocagem de 750 a 1000 metros quadrados.

Estes limites podem ser reduzidos à medida que aumenta o número de sub-áreas ou atividades.

Na realidade, este livro é um manual de instruções. Ele foi concebido para ser específico, de simples compreensão e fácil de usar. Esperamos que ele seja de grande valia para vocês.

**Richard Muther**

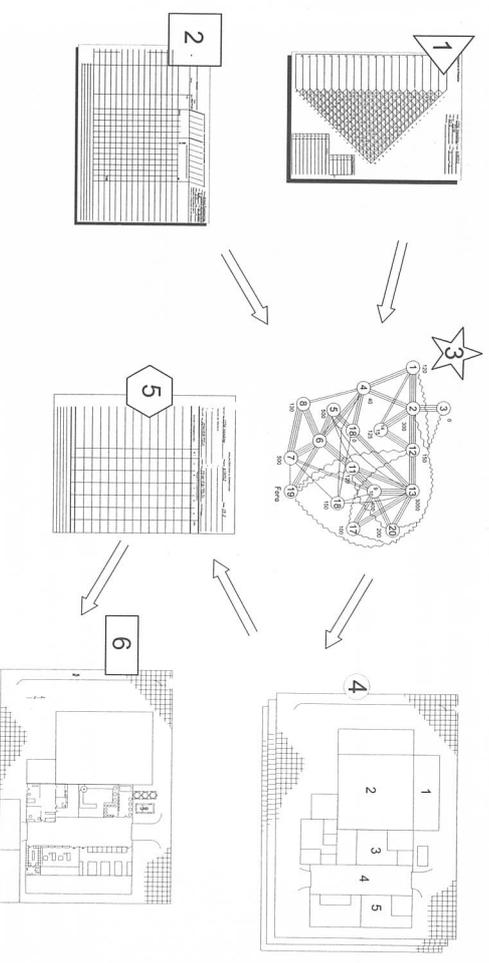
**Kansas City, Missouri**

O Planejamento Sistemático de Layout é um conjunto de seis procedimentos a serem seguidos na confecção do layout de uma área. Ele é adequado para projetos menores e que não exigem o tratamento completo do SLP.

Basicamente, qualquer layout envolve: 1) *As Relações* entre as diversas funções ou atividades, 2) *O Espaço* em uma determinada quantidade e tipo para cada atividade e 3) *O Ajuste* destes, dentro do planejamento de layout.

Os seis passos do Planejamento Sistemático de Layout seguem estes três elementos básicos e formam um padrão.

O padrão é indicado simbolicamente e conceitualmente é desenhado conforme abaixo:



Cada um dos seis passos possui seu próprio símbolo de fácil assimilação. A explicação destes símbolos é a seguinte:

- 1. Triângulo** - diagrama de relações em forma **triangular**.
- 2. Quadrado** - metros **quadrados** e características físicas.
- 3. Estrela** - diagrama de ligação de atividades entre diferentes **pontos**.
- 4. Círculo** – **voltas e voltas** para ajustar o desenho do layout.
- 5. Hexágono** – examinar por todos **os lados**; avaliar todos os fatores.
- 6. Retângulo** - plano do layout em **folha de papel** ou **cópia heliográfica**.

Nos próximos seis capítulos serão explicados cada um destes seis passos. Cada capítulo contém quatro páginas; cada uma segue a mesma disposição. Um único exemplo segue todos os seis passos. Os exemplos mais complexos são indicados na página 3 de cada capítulo. Estes últimos cobrem uma série de situações diferentes. No final deste livro são apresentados três exemplos completos com os seis passos. Ali você encontrará também um jogo de formulários necessários para aplicar este procedimento com maior eficiência.

O exemplo contínuo, utilizado em cada capítulo para demonstrar a execução daquele passo, envolve o planejamento do layout para uma pequena fábrica que produz ferramentas manuais. A empresa vem comprando as peças metálicas moldadas, montando, estocando e vendendo seu produto. Com a expansão, a empresa obteve um novo prédio para o almoxarifado e para a expedição, e agora pode trazer a fabricação das peças metálicas para sua própria fábrica. O planejamento desta nova área é o que vamos acompanhar nestes seis capítulos.

## **PASSO 1: APRESENTAR O DIAGRAMA DAS RELAÇÕES**

Seu primeiro passo é relacionar cada atividade, área, função ou características importantes das instalações, envolvidas no layout considerado, com todas as outras atividades, através de um grau de proximidade desejado. Este é um passo de classificação para determinar a proximidade relativa entre cada par de atividades ou áreas.

### **O QUE FAZER**

Identificar cada atividade envolvida e relacionar todas as atividades num diagrama de relações.

Determinar e registrar um grau de proximidade desejado para cada atividade relativa a todas as outras atividades.

Registrar a razão ou as razões da atribuição de cada grau de proximidade determinado.

Verificar o seu grau de relacionamento.

### **PORQUE FAZER**

Você não pode fazer um layout sem tomar decisões tais como: qual a proximidade que as várias atividades devem ter entre si. O diagrama de relações é um mecanismo simples e eficaz no auxílio à organização destas decisões de forma conveniente.

No exemplo a seguir são apresentadas 63 decisões individuais de como uma atividade se relaciona com a outra. O diagrama de relações evita a necessidade de se memorizar todas estas decisões e as razões para elas. Com isso, você também garante a consistência das suas relações e a capacidade de substanciar e rever o que fez.

O diagrama de relações serve como uma folha de verificação conveniente, evitando que você deixe de colocar alguma relação que deva ser incluída em seu planejamento.

## COMO FAZER

- 1 Complete o cabeçalho do formulário à direita para identificação do layout. (Esses dados devem ser preenchidos em cada papel utilizado no planejamento do layout).
  - 2 Identifique cada atividade envolvida e relacione-a no diagrama de relações. Se houver mais de 20 atividades, reveja e consolide apropriadamente.
  - 3 Determine e registre na metade superior da parte triangular do bloco um grau de proximidade para cada atividade relativa a cada uma das outras atividades. Por exemplo: A Puncionadeira (Atividade 1) relaciona-se com a Retífica (Atividade 4) do bloco onde a linha inclinada 1 descendente cruza, a linha inclinada 4 ascendente. O grau de proximidade está indicado com a letra "U". Por sua vez, a Retífica relaciona-se com o Escritório e Ferramentaria onde a linha inclinada 4 descendente cruza a linha inclinada 12 ascendente, e mostra o registro "O/4".
  - 4 Utilize as vogais A, E, I, O, U para indicar o grau de proximidade desejado. Utilize a letra X para indicar que a proximidade não é desejada. Utilize um traço quando determinadas atividades existentes já estão fixadas, ou quando a relação entre elas não está envolvida no problema.
- O uso das vogais para codificar o grau de proximidade é sensato por várias razões. As próprias letras possuem um significado: "A" é para Absolutamente necessário; "E" para Especialmente importante; "I" para Importante; "O" para Proximidade normal; e "U" para Sem importância. Em segundo lugar, as vogais são fáceis de lembrar. Em terceiro lugar, você evita o uso de números porque eles tendem a sugerir uma precisão maior do que a classificação real, e seriam confundidos com os números das atividades e dos códigos das razões.
- 5 Registre o número do código da razão na metade inferior de cada bloco onde estiver registrada uma classificação diferente de "U".
  - 6 Explique cada código de razão utilizado, no quadro localizado na parte inferior direita do formulário.
  - 7 Conte o número de cada classificação de vogais; verifique o total comparando com o número teórico calculado de relações. ("N" indica o número de atividades listadas).

**DIAGRAMA DE RELAÇÕES**

1 **Identificação de Atividades**

Nome: Atividade de Empunhas Data: 5-5

Projeto: Layout da Linha de Enxofre

Escritório: 1 Col: 1

2 **Puncionadeira**

3 **Puncionadeira Auxiliar**

4 **Retífica**

5 **Fabricação Geral**

6 **Tomboreamento**

7 **Produção Especial**

8 **Almoxarifado de Mat. Primas**

9 **Montagem**

10 **Fábrica de Ferramentas e Ferramentaria**

11 **Escritório**

12 **Escritório de Engenharia**

Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

6 **Resumo das Razões**

Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

7 **Contagem de Relações**

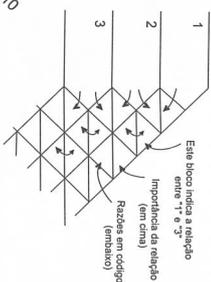
Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1													0
2													0
3													0
4													0
5													0
6													0
7													0
8													0
9													0
10													0
11													0
12													0
<b>Total</b>													<b>63</b>

Para uma aplicação mais complexa do Passo 1, vire a página

# APLICAÇÃO EM UM LABORATÓRIO DE PROTÓTIPOS

DIAGRAMA DE RELAÇÕES

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



Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1 Recebimento	E	A																			
2 Almoxxarifado de Mats. Comprados			A																		
3 Emb. (Incl. Almoxx. de Mat. p/ Emb.)				A																	
4 Expedição					U																
5 Solda Forte						X															
6 Revestimento (Urânio e Normal)							U														
7 Solda								U													
8 Limpeza e Sopros									U												
9 Almoxxarifado de Mats. Em Processo										U											
10 Montagem final											U										
11 Exaustão												U									
12 Fabr. de Selos (Incl. o Forno à Vácuo)													U								
13 Teste de Vazamentos														U							
14 Teste Elétrico															U						
15 Prep. do Gás e Armazenagem																U					
16 Escritório Técnico																	U				
17 Manutenção																		U			
18 Banheiros e Vestiários																			U		
19 Escritório Geral																				U	
20																					U

Valor	PROXIMIDADES
A	Necessariamente Especialmente
E	Importante
I	Normal
O	Sem Importância OK
U	Não Desajustável
X	

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

## CENÁRIO

O diagrama à esquerda é um exemplo mais sofisticado que o diagrama anterior do Passo 1. A Electro Labs é uma pequena fábrica envolvida em diversas atividades que tornam o fluxo irregular e imprevisível. Muitas destas atividades estão associadas ao projeto e à produção de equipamentos protótipos para manuseio de energia nuclear.

## ANÁLISE

O diagrama de relações para esta empresa é consideravelmente mais complicado que o exemplo anterior. A soma dos graus de proximidade indica que tomam-se 171 decisões individuais para relacionar cada uma das 19 atividades entre si.  $19 \times (18 \div 2) = 19 \times 9 = 171$ .

## PONTOS PRÁTICOS DA APLICAÇÃO

Um diagrama eficaz de relações baseia-se, em parte, no cuidado com que as atividades são identificadas e listadas. É fácil dividir as atividades numa grande quantidade de elementos que você possa se complicar ao tentar avaliá-los e trabalhar com eles mais tarde. Para os projetos aos quais o SLP for aplicado, você deverá ter não mais do que 20 atividades. E quando perceber que determinadas atividades possuem valor similar a todas as outras, você deverá tentar consolidá-las. O número correto está por volta de 10 a 15 atividades.

Ao trabalhar pela primeira vez com diagramas de relações, cuidado com a tendência de fazer muitas classificações de A e E. Conte e liste o número de classificações para cada valor de letra. Isto mostra a frequência relativa com a qual a classificação de cada letra aparece. A dispersão deverá aumentar proporcionalmente desde pouquíssimos "As" até um número maior de "Us". Os "Us" são tipicamente 40 a 50% das classificações. Obs.: um "U" não possui nenhuma razão; é a ausência de razão que o torna "Sem Importância". Você vai precisar desta contagem ao desenhar as relações no Passo 3.

Caso queira ser mais preciso, você poderá sombrear as classificações entre duas quaisquer das seis principais (A a X) com um sinal de menos. Na relação da Atividade 7 com a Atividade 16, no exemplo à esquerda, O é utilizado para indicar que o valor de classificação está no meio entre O e a próxima letra mais baixa U.

Existem várias formas de conseguir as classificações. A pessoa que está fazendo o layout pode fazer as classificações; ele ou ela pode desenvolvê-los em reuniões com os demais ou circular um questionário. É muito importante ter mais de uma pessoa envolvida. Quanto mais pessoas participando, os resultados serão melhores. Além disso, a participação das pessoas que utilizam cada área deste layout é uma boa psicologia.

Uma boa prática é dar a oportunidade às pessoas responsáveis pelas áreas afetadas de revisar e aprovar as classificações *antes* que estas sejam utilizadas nos passos subsequentes do planejamento.

## RESUMO

O gráfico das relações fornece um modo sistemático de organização de dados de forma conveniente. Você estará convicto, se o diagrama estiver corretamente preparado, que terá relações válidas e apoiadas nas razões, entre cada atividade e todas as outras.

O diagrama ajuda a alcançar os graus de proximidade claros e lógicos de uma forma simples. E ele fornece uma excelente folha de verificação, de modo que você não deixará de considerar inadvertidamente nenhuma atividade que irá afetar o planejamento mais tarde.

## O QUE O PASSO 1 COMPLETOU

Você determinou agora quais atividades deverão ficar adjacentes entre si, desenvolvendo os seus graus de proximidade apoiados nas razões. Porém, antes de converter estes dados em um arranjo visual e gráfico, você deverá saber o espaço que irá precisar para suportar cada uma das suas atividades. Isto será considerado no Passo 2.

## PASSO 2: ESTABELECER AS NECESSIDADES DE ESPAÇO

Estabeleça para cada atividade a área necessária, as características físicas e as utilidades (água, luz, gás, etc.), e quaisquer restrições na configuração.

### O QUE FAZER

Utilize a mesma lista de atividades (ou subatividades ou áreas) do Passo 1.

Determine e registre o espaço para cada atividade listada.

Estabeleça e registre qualquer necessidade específica de característica estrutural ou física para cada atividade.

Liste qualquer necessidade para as utilidades (água, luz, gás, etc.) e/ou equipamentos especiais.

Indique qualquer necessidade que afete ou restrinja a forma ou a configuração do espaço de uma atividade.

### PORQUE FAZER

A proximidade ou adjacência das atividades não tem significado até que as necessidades de espaço sejam vinculadas. Conseqüentemente, você deverá desenvolver as necessidades de espaço para cada atividade.

Além disso, para a *quantidade* de espaço ou área, você precisa do *tipo* de espaço. Para isso, deverá saber quais características físicas que cada atividade irá precisar. Desta maneira você poderá integrar o seu planejamento com as considerações práticas envolvidas na construção. E precisa de uma verificação nos serviços de abastecimento (luz, água, gás, etc.) ou serviços para utilização dos espaços de cada atividade.

Você também precisa saber se existe alguma necessidade mandatória para o espaço que suporta uma determinada atividade, para atender a uma *confi-guração* específica. Isto ajudará a dar forma ao espaço de cada atividade e reduzirá os trabalhos posteriores quando você fizer os ajustes no layout.

# COMO FAZER

- 1 Liste cada atividade na Folha das Áreas das Atividades e Características apresentadas na página seguinte. Utilize a mesma seqüência e terminologia conforme as listas do Diagrama de Relações.
- 2 Anote a área (normalmente em metros quadrados) necessária para suportar cada atividade listada.
- 3 Determine as necessidades, na unidade de medida e quantidade, para as características físicas específicas, como carga no piso e altura do teto. Anote esses dados na folha.
- 4 Determine a importância de se fornecer as utilidades (luz, água, gás, etc.) específicas e/ou serviço especial de suporte. Indique isto entrando com a classificação apropriada da vogal (conforme explicado no título da coluna) no próprio bloco.
- 5 Indique qualquer necessidade para uma forma ou configuração específica de espaço. Liste a razão ou as razões que apóiam cada necessidade.
- 6 Anote qualquer comentário explicativo ou de qualificação na parte inferior da folha. Referencie estes comentários colocando a letra minúscula que está dentro do círculo no local próprio do formulário.

Observe que neste exemplo da Fábrica de Ferramentas não existe necessidade de espaço para as atividades 8, 10 e 12. O layout das áreas que apóiam estas atividades não faz parte deste problema e suas localizações já estão fixas. Conseqüentemente, não existe nenhuma relação entre essas áreas, embora cada uma deva se relacionar com as outras atividades cujo layout está sendo elaborado.

FOLHA DAS ÁREAS E CARACTERÍSTICAS DAS ATIVIDADES

Nº	Atividade	Nome	Área em Mt. Qdts.	Características Físicas Necessárias				Água e Drenagem	Ar Condicionado	Torneiras ou Pontos de Água	Ventilação Especial	Elevadores	Estrutura Natural	Folha de Ferramentas para Layout do Dto. de Produção
				Altura livre	Carga Máxima Admissível no Piso	Carga Máx. do Piso	Espaço Mínimo da Cozinha							
1	1	Departamento de Produção	2585	250 libras por pé quadrado	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	2	Punçadeira Auxiliadora	550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	3	Furadeira	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	4	Retífica	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	5	Fabricação Geral	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	6	Tamboramento Especial	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	7	Produção de Alívio	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	8	Alívio de Máquinas	360	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	9	Limpo de Fitas em Processo	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	10	São-Alvidades ou Áreas	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	11	Montagem	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	12	Boniteiro da Escritório e Extramentaria	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	13	Escritório	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	14	Escritório	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	15	Escritório	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Referências e observações:

a Não faz parte da área envolvida no layout - não tem necessidade de espaço

b A máquina n.º 7 requer fundação especial

c Permitir empilhar duas fileiras de canetas de 850 x 850 ou uma fileira de 1000 x 1000 com acesso a cada uma

Min.: 3,5 x 2 m

Indicar espaço livre de 3m de largura mais o comprimento

Nº \_\_\_\_\_ Atividade \_\_\_\_\_

Folha \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Para uma aplicação mais complexa do Passo 2, vire a página



## PONTOS PRÁTICOS DA APLICAÇÃO

Você pode trabalhar na horizontal, com uma atividade por vez na folha, ou na vertical, com uma característica por vez. Normalmente, é mais fácil trabalhar na horizontal. Em instalações complexas poderá ser melhor trabalhar - ou com múltiplo de uma baía ou com um módulo de construção. Desta forma, o desenho real das áreas no Passo 4 (mais adiante) será simplificado e a soma para se estabelecer todo o espaço requerido ficará mais fácil. Além disso, os seus valores possuem uma imprecisão de um a dois metros quadrados. Neste exemplo do almoxarifado, as áreas são arredondadas o mais próximo de 2 metros quadrados. Naturalmente, os ajustes finais do espaço planejado serão feitos quando os detalhes forem adicionados no Passo 6.

Para mais de 15 atividades, poderá ser utilizada uma segunda página do formulário. Também poderão ser utilizadas folhas de notas de "back-up" para substanciar qualquer uma das entradas - especialmente aquelas que indicam as dimensões das máquinas e dos sistemas de abastecimento (luz, água, gás, etc.).

Às vezes, neste passo, torna-se útil ou até mesmo necessário estudar as medições e arranjos específicos dos equipamentos dentro de uma área de atividade. A avaliação detalhada de um posicionamento intrincado de bancadas de laboratório, uma disposição de tomadas elétricas fixas no chão ou uma combinação obrigatória de janelas poderá ser necessária para determinar quanto de espaço será exigido.

## RESUMO

Aqui no Passo 2 você estabeleceu a quantidade e tipo (ou natureza) de espaço para cada atividade. Você completou isto listando cada atividade, seguindo a mesma sequência e numeração do Passo 1. Em seguida, ao lado de cada atividade, você registrou a área, as características físicas e a configuração necessária.

## O QUE OS PASSOS 1 E 2 COMPLETARAM

Você determinou agora os dois elementos básicos de qualquer projeto de layout: *as relações* entre as várias atividades e as necessidades *de espaço* para cada uma delas. Você agora está pronto para juntar as duas, o que será feito nos Passos 3 e 4.

## PASSO 3:

### RELAÇÕES DAS ATIVIDADES NO DIAGRAMA

Neste passo você relaciona as várias atividades entre si visual e graficamente, para dar o formato básico ao seu layout.

## O QUE FAZER

Utilize um símbolo para representar uma atividade.

Utilize um código de linha para indicar o grau de proximidade.

Prepare no papel o arranjo das atividades com maior grau de proximidade o mais próximo entre si, e daquelas com menor grau de proximidade progressivamente mais distante.

## PORQUE FAZER

Você quer que as suas instalações se ajustem o mais próximo possível do arranjo ideal. O diagrama das relações irá ajudá-lo na busca de tal arranjo, convertendo o seu diagrama de graus de proximidade para uma forma esquemática.

O que você realmente faz neste passo é desenhar, em arranjo físico, as relações desejadas e previamente registradas no diagrama. Você está esquematizando o melhor ajuste das várias relações classificadas.

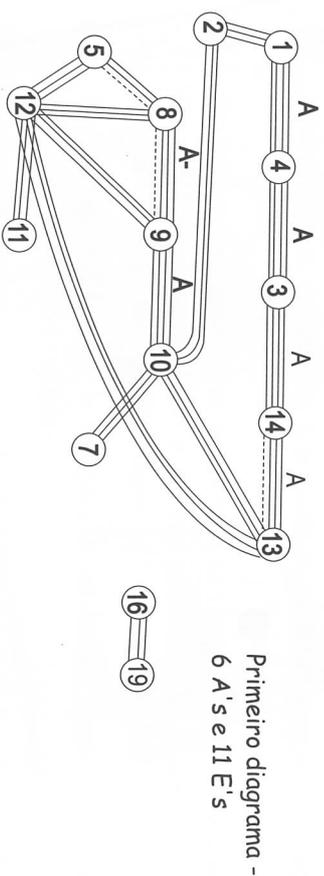
Uma vez que o diagrama das relações forma a base para todos os passos seguintes, é essencial que você trabalhe cuidadosamente para chegar ao melhor arranjo possível. Qualquer erro ou descuido neste passo provavelmente irá prosseguir até o layout final.

## COMO FAZER

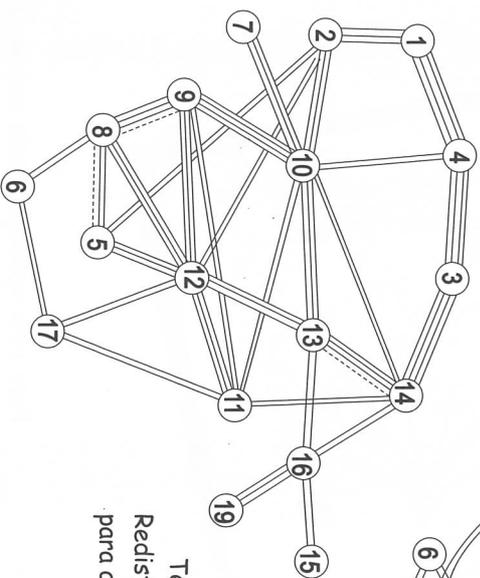
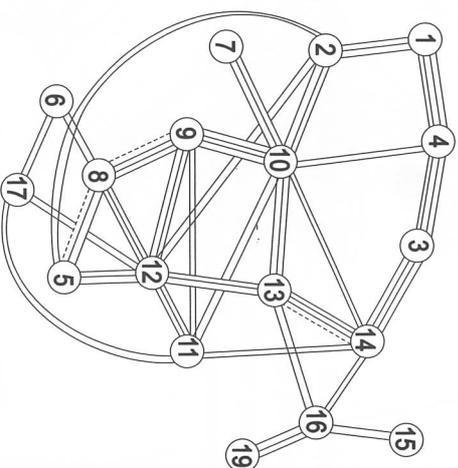
- 1 Utilize a atividade, linha ou número (dentro de um círculo) correspondente do diagrama de relações para representar cada atividade quando for esquematizar.
- 2 Esquematize em uma folha de papel cada par de atividades que possuem relação com classificação A. Em seguida, una essas atividades através de *quatro* linhas paralelas.



## APLICAÇÃO EM LABORATÓRIO DE PROTÓTIPOS



Segundo diagrama -  
Redistribuição, adição dos 14 T's



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

## CENÁRIO

O exemplo da página anterior mostra os três primeiros estágios na elaboração de um diagrama de relações de atividades para a Electro Labs. Este diagrama é desenvolvido a partir do Diagrama de Relações mostrado no exemplo do Passo 1, na Página 12.

## ANÁLISE

Existem seis relações com classificação "A", porém duas delas são "A-". Estas últimas são desenhadas com três linhas sólidas e mais um linha pontilhada. Conforme você se recorda, o sinal de negativo indica uma classificação de proximidade a meio caminho entre A e E. Observe o tratamento similar das classificações "E-" de 5 e 8.

Visto que existem 42 "Os" e 4 "Xs" no Diagrama de Relações, seria mecanicamente difícil desenhá-los legivelmente num espaço pequeno. Assim, por causa das limitações de espaço, eles foram omitidos aqui. Porém, na prática, eles terão que ser adicionados no terceiro diagrama. Isto significa mais dois ou três diagramas antes de você conseguir o melhor arranjo. Em seguida, entre com os metros quadrados necessários para cada atividade.

## PONTOS PRÁTICOS DA APLICAÇÃO

Como precaução prática, é bom contar o número de relações de cada classificação que você desenhou. Você conta no Diagrama de Relações do Passo 1. Assim que desenvolver o seu diagrama, você poderá contabilizar em cada estágio o número de relações de cada classificação envolvida. É fácil deixar de considerar ou perder de vista uma relação, caso você não verifique novamente o total de cada classificação assim que prosseguir.

Você vai observar que a adição sucessiva de classificações provoca redistribuições. Você não deve fazer mais redistribuições do que o necessário, porém mantenha o diagrama sempre legível e compreensível.

Às vezes, onde existem muitas relações com O's e X's, o diagrama torna-se tão congestionado que você deverá utilizar linhas coloridas. Nestas situações, é bom também abrir mais o diagrama, a fim de aumentar o espaço de trabalho para o desenho das linhas de relações. Algumas vezes é melhor parar após colocados os I's, considerando os O's e X's somente como fatos de modificação a serem incorporados mais adiante, no Passo 4.

Ocasionalmente, duas ou três atividades podem ser combinadas em um só círculo quando ficar aparente que elas devam ser colocadas próximas umas das outras e/ou operadas como uma só atividade. Neste caso, os dois números das atividades são indicados dentro do círculo. O grau de proximidade deverá ser reavaliado em tais casos.

## RESUMO

O Diagrama de Relações é basicamente uma tabulação da proximidade desejada entre cada par de atividade. O *diagrama* desenvolve isto, um nível de classificação por vez, em uma reprodução visual, vista em plano do melhor arranjo teoricamente. Isto você faz representando cada atividade por um círculo numerado; unindo cada par de círculos com um número de linhas, representando o grau de proximidade desejado; redistribuindo para se chegar ao melhor ajuste; e fazendo sucessivos ajustes finos e adições. Em seguida, você coloca a área necessária no diagrama ao lado do seu respectivo círculo numerado.

## O QUE OS PASSOS DE 1 A 3 COMPLETARAM

Você agora possui todas as suas atividades distribuídas da forma mais eficaz, baseadas nas decisões de proximidade feitas no Passo 1. E você vinculou a isto as necessidades de espaço desenvolvidas no Passo 2. Até agora, você considerou cada atividade como um círculo numerado, sem se preocupar com o seu espaço real, as características físicas ou a configuração. Seu próximo passo será combinar o espaço de cada atividade com o diagrama de relações de atividades. Isto visa convertê-lo em um diagrama de relações de *espaços*, o qual, na realidade, torna-se um plano de layout total ou de bloco.

## PASSO 4: DESENHAR OS LAYOUTS DE RELAÇÃO DE ESPAÇOS

Isto é como você dispõe visualmente e graficamente o espaço necessário para todas as atividades. Você faz qualquer ajuste ou rearranjo necessário para integrar todas as considerações de modificação.

## O QUE FAZER

Estabeleça uma escala adequada, de preferência uma que permita mostrar o plano inteiro em uma só folha.

Desenhe o esboço do espaço necessário para cada atividade, seguindo o diagrama do Passo 3.

Ajuste e redistribua até integrar as condições de modificação e as características físicas.

Desenhe ou rascunhe todas as prováveis soluções.

## PORQUE FAZER

Não importa a qualidade com que você distribui os detalhes individuais do seu layout: você não pode conseguir a máxima eficácia de operação da sua instalação se o seu layout de relação de espaços total for feito inadequadamente.

Você deve desenvolver, primeiro, o arranjo de espaços "ideal". E em seguida trabalhar com um arranjo realístico, com uma mínima variação do ideal, antes de continuar com a colocação dos detalhes.

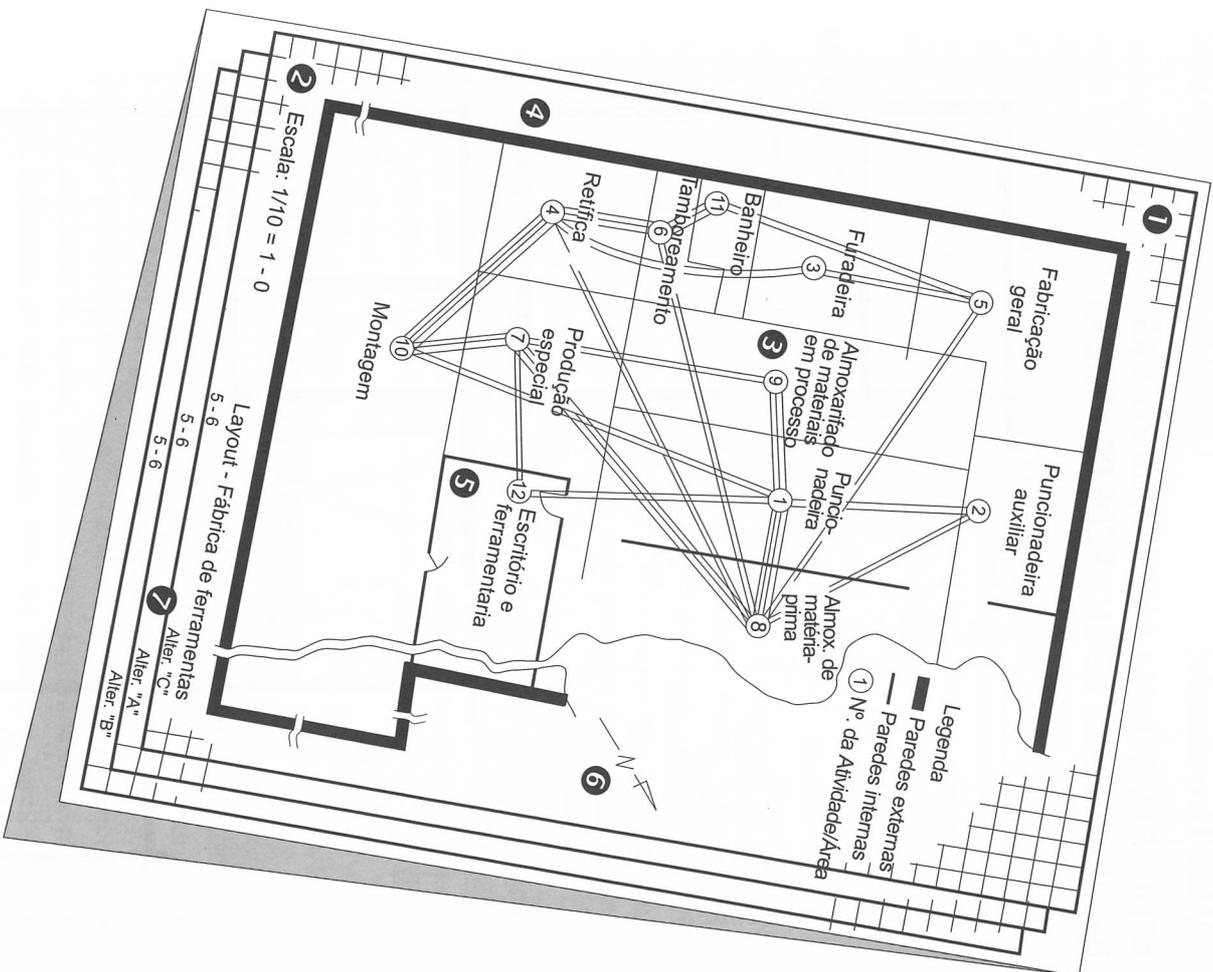
O Passo 3 ajudou a visualizar as relações. Porém, estes diagramas não têm significado até serem convertidos em blocos de espaço de área ou tamanho adequado.

Você deverá realizar o Passo 4 para conseguir as dimensões específicas e permitir que verifique as características físicas, tais como colunas, formas de acesso, paredes exteriores mínimas, ajuste no local e outras.

Normalmente existem vários arranjos viáveis de espaço. Em geral, três ou quatro arranjos alternativos serão suficientes para decidir o melhor layout.

## COMO FAZER

- 1 Utilize papel quadriculado - de preferência, com quadriculados de 0,5 cm e papel vegetal. (Normalmente, um quadriculado meio apagado para que não seja reproduzido ao se tirar cópias).
- 2 Escolha uma escala, de modo que toda a instalação se encaixe convenientemente em uma só folha de papel.
- 3 Demarque no quadriculado o espaço equivalente para cada atividade do diagrama de relações feito no Passo 3. Se o planejamento for para uma construção nova, faça os ajustes na configuração da área de modo que você tenha razoavelmente as paredes exteriores retas com comprimento real mínimo.
- 4 Se estiver planejando uma redistribuição ou expansão, desenhe ou obtenha um esboço do espaço do piso existente ou do prédio. Coloque o seu layout de área de blocos sobre este esboço do prédio, e ajuste o seu layout da melhor forma na estrutura existente.
- 5 Indique as características físicas, como colunas, paredes, portas principais de acesso, etc. Para uma construção existente, adicione qualquer característica permanente, como paredes internas sujeitas a cargas, banheiros e principais pontos de serviços de abastecimento (luz, água, gás, etc.).
- 6 Verifique seu layout com respeito à melhor orientação com as características ao redor, como acesso às ruas, ao terminal ferroviário e linhas de abastecimento (luz, água, gás, etc.), e a melhor utilização da área total. Neste exemplo, esta orientação já foi fixada.
- 7 Repita os Pontos 3 a 6 acima, para todos os vários arranjos alternativos que pareçam ser layouts lógicos e viáveis. Três arranjos alternativos foram suficientes para a Fábrica de Ferramentas.



Para uma aplicação mais complexa do Passo 4, vire a página



os diferentes planos alternativos sejam feitos. Você deverá ter um pouco de paciência e usar uma certa criatividade na composição dos layouts alternativos. Este é o passo de “ajustes” e “modificações”, ou de compromissos do SLP.

Você pode verificar suas relações mais rapidamente indicando no desenho, ou numa folha transparente sobreposta ao plano do piso, as relações com número de linhas tiradas do diagrama ou do Diagrama de Relações. Às vezes, é necessário inverter os layouts invertendo a ponta de cima com a de baixo ou a ponta da esquerda com a da direita, ou realmente girar o desenho de um lado para o outro - até que você tenha exposto todas as soluções lógicas possíveis.

## **RESUMO**

No Passo 4, você preparou um diagrama de relações de espaços. Isto é, na realidade, um layout. Você modificou e ajustou este layout com os arranjos mais viáveis e indicou-os no papel. Você não mostrou deliberadamente os detalhes, para economizar tempo e evitar confusão. Ao mesmo tempo em que considerou muitos planos, você selecionou apenas aquelas alternativas que pareceram as mais viáveis.

## **O QUE OS PASSOS DE 1 A 4 COMPLETARAM**

Você agora transformou a sua melhor idéia em “o que vem a seguir e para quê” (Passo 1) e “quanto e que tipo de espaço” (Passo 2) em vários planos reais de layout. Você fez isto desenvolvendo o diagrama de relações de atividades (Passo 3) e, a partir dele, os layouts alternativos de relações de espaços (Passo 4). Agora, você tem a sua melhor idéia lógica e visualmente representada por vários planos alternativos completos e viáveis. O seu próximo problema é selecionar o melhor dentre estes planos. O Passo 5 lhe diz como.

## **PASSO 5: AVALIAR OS ARRANJOS**

Aqui você seleciona o arranjo de espaço ou o layout total mais adequado para sua empresa. Para isto, você fará uma avaliação dos arranjos alternativos desenvolvidos no Passo 4.

## **O QUE FAZER**

Identifique cada arranjo alternativo.

Estabeleça todos os fatores, considerações ou objetivos pertinentes que afetam a escolha da melhor alternativa.

Atribua para cada fator um valor de peso, indicando a sua importância relativa para a eficiência do layout.

Classifique cada plano alternativo para cada fator - utilizando a mesma classificação com vogais, conforme anteriormente.

Transforme todas as classificações de letras em números e multiplique pelos pesos estabelecidos previamente.

Totalize os valores das classificações em pesos para cada arranjo alternativo. O maior valor irá indicar a melhor alternativa.

## **PORQUE FAZER**

Somente fazendo uma avaliação tão objetiva e imparcial quanto possível, você poderá apresentar a melhor decisão.

Uma lista de vantagens e desvantagens, ou de prós e contras, normalmente não tem profundidade suficiente e não dá o reconhecimento adequado à relativa importância dos vários fatores.

Por outro lado, a comparação detalhada das estimativas de custos resultam sempre em quantias similares.

Este procedimento de avaliação pode evitar algum descuido seu de um fator importante. Além disso, ele permite que você deixe os usuários-chave e as pessoas que vão aprovar participarem das decisões.

## COMO FAZER

- 1 Identifique cada plano alternativo por letra - A, B, C e assim por diante. Determine, para cada um, uma breve descrição de três a cinco palavras, e coloque no formulário de Alternativas de Avaliação.
- 2 Estabeleça todos os fatores, considerações ou objetivos que a empresa deseja alcançar no layout. Liste-os no formulário, tomando cuidado com as palavras, de modo que os fatores sejam bem definidos.
- 3 Escolha o fator mais importante e atribua a ele o peso 10. Escolha o menos importante e atribua a ele um número baixo, como 1, 2 ou 3. Pese a importância, para as instalações, de cada fator entre si em relação ao mais importante (10) e ao menos importante; indique o seu peso no formulário; e registre por quem foram determinados os valores dos pesos.
- 4 Classifique, para cada fator, a eficácia de cada arranjo alternativo em alcançar o objetivo daquele fator - utilizando A, E, I, O e U para representar uma ordem decrescente de eficácia. Coloque no formulário as classificações das letras e o(s) nome(s) da(s) pessoa(s) que fizeram as classificações.
- 5 Após a classificação de cada alternativa para todos os fatores, transcreva as letras em números (A = 4, E = 3, I = 2, O = 1, U = 0) e multiplique pelos respectivos pesos. Coloque esses valores de classificação com peso no formulário.
- 6 Totalize os valores de classificação com peso para cada arranjo alternativo, coloque no formulário e registre por quem foi feito o cálculo.
- 7 O plano com o maior total deverá ser o melhor layout alternativo.

Fabricante: Tool Fabrication Works ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS  
 Descrição das Alternativas: Projeto Layout de Depto. de Produção Data: 7-5  
 B. Puncionadeiras lado Esquerda; Fab. Geral Direita; Puncionadeiras da Parte de Cima; Fab. Geral Direita  
 D. Puncionadeiras lado Esquerda; Fab. Geral Direita; Puncionadeiras lado Direita; Fab. Geral Esquerda

Peso atrib. por H, N e R, W, L Classif. por H, N e R, W, L Calculado por H, N

FATOR/CONSIDERAÇÃO

	PESO	Classif. por					OBS.
		A	B	C	D	E	
1 Conveniência do Serviço	6	I	12	E	18	E	18
2 Facilidade da Supervisão	5	O	5	A	20	I	10
3 Fluxo de Material e Economia no Manuseio	10	I	20	E	30	A	40
4 Flexibilidade	8	O	8	O	8	I	16
5 Investimento Mínimo	8	E	24	I	16	A	32
6 Aparência e Facilidade de Organização	3	A	12	E	9	I	6
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
TOTAIS		81	101	122	7		

OBS: Valores das Classificações: A (Quase Perfeito) = 4  
 E (Especialmente Bom) = 3  
 I (Resultados Importantes) = 2  
 O (Resultados Normais) = 1

Para uma aplicação mais complexa do Passo 5, vire a página

## APLICAÇÃO EM UM ESCRITÓRIO

AValiação DAS ALTERNATIVAS

Fábrica/Área *STERLING INSURANCE CO*

Projeto *LAYOUT DO ESCRITÓRIO*

Data *10-3*

Descrição das Alternativas

*A* GRUPOAMENTO ~ SERVIÇOS CENTRALIZADOS

*LAYOUT EM "U" COM A SALA DE RECEPÇÃO CENTRAL*

*B* SERVIÇOS PERIFÉRICOS

*C* CENTRAL

*E* RECEPÇÃO NA FRENTE - SERVIÇOS ATRAS

Peso atrib. por *J.R.T.*

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

Calculado por *B.G.*

FATOR/CONSIDERAÇÃO	W.T.	A	B	C	D	E	OBS.
1	8	E 24	O 8	I 16	E 24		
2	4	A 16	A 14	I 8	E 12		
3	8	E 24	E 24	I 16	I 16		
4	5	E 13	E 15	O 5	O 5		
5	6	I 12	I 12	E 18	I 12		
6	10	O 10	E 30	I 15	I 20		
7	3	I 6	E 9	A 12	E 9		
8	2	A 8	I 4	E 6	O 2		
9	5	E 15	I 10	I 10	I 10		
10	8	A 32	E 24	I 16	E 20		
TOTALS		160	150	122	130		

OBS

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

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

*U* = RESULTADOS SEM IMPORTÂNCIA (0)

## CENÁRIO

A avaliação dos layouts alternativos (à esquerda) foi feita para uma redistribuição de dois escritórios regionais da Sterling Insurance Company. Esta é uma pequena empresa que teve a necessidade de melhorar o layout dos seus escritórios. Quatro alternativas foram avaliadas em termos de eficiência.

## ANÁLISE

Os dez fatores escolhidos são típicos de projetos de layout de escritório. Todavia, os pesos variam de projeto para projeto, dependendo tanto da situação como das pessoas envolvidas.

Observe que, na classificação da Alternativa B para o Fator 2, foi usada uma classificação "A-". O sinal de menos dá maior precisão aos valores de classificação. O "Menos" indica um valor numérico no meio entre a letra utilizada e a próxima letra mais baixa na escala de valores.

O total de pontos do Plano A (160) não é suficientemente maior do que o do Plano B (150) para substanciar uma decisão bem definida. Certamente, uma das duas seria mais eficiente do que os Planos C ou D (122 ou 130). Os números reais não são importantes; é a diferença percentual que define o vencedor.

## PONTOS PRÁTICOS DA APLICAÇÃO

Quando dois planos são considerados quase os mesmos no total de pontos, existem várias coisas que devem ser feitas. Primeiro, você poderá reavaliar com mais fatores ou com fatores mais precisos. Segundo, você poderá reavaliar, convidando outras pessoas para participar das classificações - com a vantagem adicional de fazê-los sentir que eles têm uma parte pessoal em uma decisão que afeta a eles próprios e aos seus trabalhos. Terceiro, você poderá dar uma outra olhada nos dois ou três melhores planos e ver onde eles tiveram as mais baixas classificações - os "Os" e os "Us". Em seguida, procure maneiras onde esses pontos fracos possam ser melhorados.

**DETALHARO PLANO DE LAYOUT SELECIONADO**

É melhor classificar todos os planos para um determinado fator ao invés de classificar um plano de cada vez para todos os fatores. Em outras palavras, trabalhe na horizontal do formulário, ao invés de cima para baixo em cada coluna. Com isso, você terá a certeza de manter o mesmo significado para um determinado fator, cada vez que mudar de um plano para outro. Isto também irá evitar uma classificação tendenciosa que poderia vir de uma pessoa tendendo a favor de um determinado plano por uma razão ou outra.

As classificações poderão ser feitas por uma pessoa ou por várias. Caso mais de uma pessoa esteja envolvida, é melhor que cada uma faça as suas próprias classificações, independente das outras. Em seguida, elas poderão se juntar para comparar os resultados e solucionar as diferenças.

**RESUMO**

Aqui no Passo 5 você aplicou o seu melhor conhecimento na comparação dos planos alternativos. Você fez isto determinando os fatores e considerações em relação à eficiência da instalação, determinando o peso relativo de cada um destes fatores e, em seguida, classificando cada plano alternativo para cada fator.

Em seguida, você transformou essas classificações em valores numéricos, totalizou os valores e comparou os totais. Escolhendo o plano com o maior total, você sabe que a sua escolha é baseada em uma análise cuidadosa e razoavelmente não tendenciosa.

**O QUE OS PASSOS DE 1 A 5 COMPLETARAM**

Você transformou as suas relações de atividades e necessidades de espaços em um plano de layout selecionado, fazendo um diagrama de relações, uma série de layouts de relações de espaços e uma avaliação dos layouts alternativos. Você agora está preparado para o passo final - planejamento do arranjo detalhado dos itens físicos.

Neste passo final, você desenhará o plano de layout selecionado e marcará, de forma significativa, os equipamentos ou características detalhadas individuais. O plano completo agora poderá ser utilizado para orientar a instalação.

**O QUE FAZER**

Desenhe, esboce novamente ou reproduza, de alguma outra forma, o plano de layout selecionado em uma escala apropriada.

Identifique as áreas e as características principais.

Desenhe os equipamentos, máquinas e outras características individuais em detalhe.

Reavalie o ajuste destes detalhes e faça os ajustes menores, se necessário.

Indique todos os dados de identificação.

Duplicate o número necessário de cópias.

**PORQUE FAZER**

Este sexto passo é onde todo o seu trabalho anterior foi bem-sucedido.

Quando você terminar, o seu plano detalhado deverá mostrar dados suficientes para permitir a um instalador ou empreiteiro prosseguir com sua parte do projeto.

Você deve indicar detalhes suficientes para permitir a instalação ou colocação correta das máquinas e/ou equipamentos, divisórias, conexões de alimentação (luz, água, gás, etc.), e assim por diante.

O plano detalhado será um registro do que foi combinado e realmente instalado. Deverá ficar retida uma cópia em um arquivo disponível, de preferência a do esboço original, para referência.