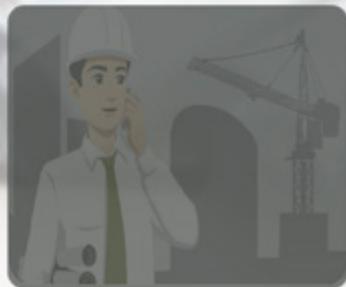


PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES EMPRESARIAIS



ANTONIO DE MELO VILLAR
CLAUDINO LINS NÓBREGA JÚNIOR



**UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA**

Reitora MARGARETH DE FÁTIMA FORMIGA MELO DINIZ
Vice-Reitor EDUARDO RAMALHO RABENHORST



EDITORA DA UFPB

Diretora IZABEL FRANÇA DE LIMA

PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES EMPRESARIAIS

Supervisão de Editoração ALMIR CORREIA DE VASCONCELLOS JÚNIOR
Supervisão de Produção JOSÉ AUGUSTO DOS SANTOS FILHO

CONSELHO EDITORIAL

Aluísio Costa Filho (UFPB)
Ricardo Targino Moreira (UFPB)
Esmeralda Paranhos dos Santos (UFPB)
Jean Pierre Veronese (UFPB)
Marcelo Cavalcanti Rodrigues (UFPB)
Vivian Stumpf Maderia (UFPB)
Vital De Sousa Queiroz (UFPB)
Juliano Elvis Oliveira (UFPB)
Tibério Andrade dos Passos (UFPB)
Maria Do Socorro Márcia Lopes Souto (UFPB)
Geovany Jessé Alexandre Silva (UFPB)
Tarciso Cabral da Silva (UFPB)
José Marcílio Filgueiras Cruz (UFPB)
Andréa Brasiliano Silva (UFPB)
Luciano Costa Santos (UFPB)

Antonio de Melo Villar
Claudino Lins Nóbrega Júnior

PLANEJAMENTO DAS INSTALAÇÕES EMPRESARIAIS

Editora da UFPB
João Pessoa
2014

Copyright © 2014 EDITORA UFPB

Efetuada o Depósito Legal na Biblioteca Nacional, conforme a Lei nº 10.994, de 14 de dezembro de 2004.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS À EDITORA DA UFPB

De acordo com a Lei n. 9.610, de 19/2/1998, nenhuma parte deste livro pode ser fotocopiada, gravada, reproduzida ou armazenada num sistema de recuperação de informações ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio eletrônico ou mecânico sem o prévio consentimento do detentor dos direitos autorais.

O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade dos autores.

Projeto Gráfico EDITORA DA UFPB
Editoração Eletrônica AMANDA PONTES - MARINA MARACAJÁ
Design de Capa AMANDA PONTES

Catálogo na fonte:
Biblioteca Central da Universidade Federal da Paraíba

V719p Villar, Antonio de Melo.
Planejamento das instalações empresariais [recurso eletrônico] / Antonio de Melo Villar, Claudino Lins Nóbrega Júnior.- João Pessoa: Editora da UFPB, 2014.
1CD-ROM; 43/4pol. (2.194kb)
ISBN: 978-85-237-0888-7
1. Engenharia industrial. 2. Instalações industriais - localização - arranjo físico. 3. Projetos industriais - conforto ambiental. 4. Armazenamento. I. Nóbrega Júnior, Claudino Lins.
CDU: 331.103

EDITORA DA UFPB Cidade Universitária, Campus I – s/n
João Pessoa – PB
CEP 58.051-970
editora.ufpb.br
editora@ufpb.edu.br
Fone: (83) 3216.7147

SUMÁRIO

Apresentação	08	Capítulo 11 - Conforto Ambiental em Projetos Industriais	251
Capítulo 1 - Previsão de Demanda	10	Capítulo 12 - Coordenação de Projetos Industriais	257
Capítulo 2 - Localização de Instalações	29	Capítulo 13 - Ciclo de Vida de Projetos Industriais	264
Capítulo 3 - Fundamentos ao Estudo do Arranjo Físico	37	Capítulo 14 - Sustentabilidade em Projetos Industriais	267
Capítulo 4 - Arranjo Físico Geral: Estimativa de Áreas	65	Bibliografia	276
Capítulo 5 - Arranjo Físico Geral: Estudo do Fluxo	77		
Capítulo 6 - Arranjo Físico Detalhado: Dimensionamento do Centro de Produção	116		
Capítulo 7 - Arranjo Físico Detalhado: Estudo do Fluxo	133		
Capítulo 8 - Armazenamento	162		
Capítulo 9 - Ajuste do Arranjo Físico Geral	183		
Capítulo 10 - Aspectos de Prevenção e Combate a Incêndios no Projeto das Instalações	199		

APRESENTAÇÃO

A competição entre as empresas, atualmente, encontra-se cada dia mais acirrada. Esse fato implica numa constante busca pela melhoria da produtividade em todos os campos e setores empresariais.

Dessa forma, o amadorismo de soluções vem sendo rapidamente substituído por estudos e pesquisas que visam alcançar os resultados almejados em um espaço de tempo cada vez mais curto.

Nesse contexto de mudanças, uma das primeiras preocupações que se deve ter é em relação à adequação das instalações industriais. Assim, este livro foi concebido no intuito de ser um manual prático para o planejamento de instalações, especificamente para unidades fabris.

Foram utilizados conceitos estabelecidos por diversos autores que militam ou militaram na área. Além disso, incorpora-se sempre conhecimentos e recomendações relativas à localização industrial, fundamentos ao estudo do arranjo físico, técnicas para elaboração dos arranjos físicos geral e detalhado, técnicas para armazenagem, prevenção e combate a incêndios no projeto das instalações, conforto ambiental, coordenação de projetos industriais, ciclo de vida de projetos industriais e sustentabilidade em projetos industriais, de maneira didática a fim de possibilitar o uso do conteúdo em disciplinas acadêmicas na graduação e na pós.

O assunto foi dividido em catorze capítulos que seguem iniciando com técnicas de previsão de demanda de produtos até a sustentabilidade em projetos industriais.

Apesar das diversas correções e revisões já realizadas nessa obra, é possível que ainda contenha eventuais falhas, portanto, serão bem vindas e agradecemos sugestões de correção. Esperamos, enfim, que esta obra cumpra o seu papel na formação de futuros Engenheiros, Mestres e Doutores em Engenharia de Produção e que venha a contribuir positivamente para o sucesso dos empreendimentos industriais.

Prof. Dr. Antônio de Mello Villar
Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Junior

Capítulo 1

PREVISÃO DA DEMANDA

Em síntese, o Planejamento das Instalações de uma determinada unidade produtiva compreende a resolução das seguintes questões: o que, quanto, onde e, como produzir.

Para responder essas questões faz-se necessário o estudo de diversos aspectos, como: necessidades de capital; localização do empreendimento; projeto do produto; estudo do mercado, previsão de vendas e escolha da faixa de concorrência; escolha dos processos produtivos; arranjo físico; instalações; desenvolvimento da organização etc.

Na determinação do capital necessário à implantação e funcionamento do empreendimento são necessárias as seguintes definições: identificar o imobilizado técnico (terreno, edificações, máquinas e equipamentos, móveis e utensílios, veículos, semoventes etc.) e o imobilizado financeiro ou capital de giro ou de trabalho (estoques de materiais, financiamento de vendas a prazo, encaixe mínimo), além dos recursos imprescindíveis para a constituição do empreendimento e seus testes de funcionamento.

A escolha dos processos produtivos deve ser feita a partir de dois pontos de vista: técnico – tecnologia dos processos produtivos e, econômico – comparação financeira de alternativas.

Com relação ao desenvolvimento da organização, nunca se deve esquecer que a empresa é essencialmente dinâmica decorrendo que todo o planejamento não deve perder de vista o futuro. Como orientação geral, deve-se: definir os objetivos da organização; subdividi-la de modo a possibilitar a obtenção do objetivo geral; prever planos que propiciem o alcance do objetivo final da organização (ampliações de seções, desmembramento, criação de novas seções); e, planejar então uma fábrica para o presente e o futuro.

Todas as demais questões: determinação da demanda, localização, arranjo físico e instalações serão objetivos deste livro.

As previsões de demanda são fundamentais para auxiliar na determinação dos recursos necessários para uma empresa. Para obter e confirmar uma demanda futura, facilitando a programação de recursos e garantindo o ganho de uma oportunidade de mercado, faz-se necessário a utilização de técnicas de previsão que podem ser subdivididas em dois grandes grupos: qualitativas e quantitativas.

As técnicas qualitativas privilegiam principalmente dados subjetivos, os quais são difíceis de representar numericamente. Estão baseadas na opinião e no julgamento de pessoas chaves, especialistas nos produtos ou nos mercados onde atuam estes produtos.

Por sua vez, as técnicas quantitativas envolvem a análise numérica dos dados passados, isentando-se de opiniões pessoais ou palpites. Empregam-se modelos matemáticos para projetar a demanda futura que ainda pode ser subdividida em dois grandes grupos: as técnicas baseadas em séries temporais, e as técnicas causais. Técnicas Quantitativas Séries Temporais – modelo matemático da demanda futura relacionando dados históricos de vendas do produto com o tempo. Causais – associar dados históricos de vendas do produto com uma ou mais variáveis relacionadas à Demanda Técnica (análise de cenários, júri executivo de opiniões, composição de forças de vendas).

Este capítulo é voltado para a resolução das questões iniciais “o que e quanto produzir”.

Objetivamente, o propósito é se estabelecer um Plano de Produção que norteie todas as etapas posteriores do planejamento das instalações. O que torna imprescindível o conhecimento de alguns aspectos mercadológicos dirigidos a mensurar um determinado potencial de vendas de uma unidade produtiva.

1.1 Preliminares

Quando a unidade produtiva em estudo, como ocorre com certas indústrias básicas, como a de cimento, aço, indústrias químicas de base etc., que competem em um mercado de características oligopólicas (poucos vendedores) há a necessidade de conhecimento das quantidades globais de mercado: produção, consumo, importação e exportação.

Não raro, porém, a oferta adicional resultante do projeto em estudo representa apenas uma pequena parcela da oferta global, como é o caso de pequenas indústrias de mercados competitivos. Aqui, é muito mais importante conhecer a posição em que a empresa se situa frente aos competidores que deverá enfrentar, do que mesmo ter uma noção da magnitude do mercado total.

É preciso destacar as grandes diferenças existentes dos estudos para dimensionar demandas para unidades que vão se **implantar** (empresas novas) daquelas que vão se **expandir** (empresas existentes). No último caso, o problema de dimensionamento de demanda pode ser bem mais simples, dado que a própria empresa já dispõe de uma série de elementos que permitem estimar a **procura** do produto do projeto. Muitas vezes, o simples exame da quantidade de pedidos que a empresa não pôde atender, por insuficiência de produção, é mais que suficiente para justificar a existência de demanda para a fábrica.

Quando a empresa em implantação objetiva atender uma procura insatisfeita, o estudo se resume a uma quantificação e projeções. No entanto, quando a entrada de uma nova unidade produtora no mercado somente poderá ser feita se houver substituição ou deslocamento de competidores (procura satisfeita), através de uma redistribuição do mercado interno ou externo, este estudo exigirá conhecimentos mais especializados, na área de *Marketing*, fugindo ao objetivo desta publicação.

1.2 Definições de mercado

O mercado pode ser definido tanto em termos da área geográfica que abrange como em termos de grau de competição que nele prevalecem ou das funções econômicas que exerce.

A área geográfica de um mercado é definida como aquela para a qual convergem a oferta e a procura de um determinado produto. Dessa forma pode-se considerar um mercado local (municipal, estadual), regional (nordestino, sulista etc.), nacional ou internacional (brasileiro norte americano, europeu etc.).

Quanto ao grau de competição, este mercado pode ser definido como certo número de compradores e vendedores que, em estreito contato, compram e vendem entre si. Vale destacar os seguintes tipos de mercado:

- Competição perfeita: grande número de compradores e vendedores;
- Competição imperfeita: - oligopólica - pequeno número de vendedores; - oligopsônica - pequeno número de compradores.
- Ausência de competição: - monopólio - um só vendedor; - monopsônica um só comprador.

Por sua vez, a função econômica que exerce é a delimitação do mercado em função do setor ou ramo de atividade que a unidade em estudo pertence ou irá pertencer, como, por exemplo: têxtil e confecções; siderúrgico; couro e calçados; etc.

1.3 Dimensionamento da demanda

O objetivo é determinar a quantidade de bens e serviços provenientes de uma nova unidade produtora que, em uma determinada área geográfica e sob determinadas condições de venda (preço, prazo etc.), a comunidade pode adquirir.

Para tal, torna-se necessário o conhecimento de alguns conceitos básicos de análise econômica, tais como: procura e oferta, procura e renda, e, elasticidade.

Quando se considera uma determinada mercadoria ou grupo de mercadorias, certo nível de renda e a possibilidade de variação nos preços, a escala da procura desse bem indica as quantidades que serão compradas, a cada preço alternativo.

Assim, a procura, ou função - procura, é a relação entre preços e quantidades compradas. De forma semelhante, a função - oferta é a relação entre preços e quantidades produzidas.

A curva de procura se caracteriza como uma função decrescente: quanto mais alto o preço, menor as quantidades procuradas e vice-versa.

Da mesma forma se estabelece uma relação entre quantidades procuradas e renda, mantendo-se constantes todos os demais fatores, inclusive preços.

Chega-se, assim, a definição de elasticidade que consiste da intensidade com que a procura de um bem aumenta em resposta a uma baixa de preço - elasticidade preço - ou a uma elevação de renda - elasticidade renda. Consideram-se bens elásticos: artigos de luxo e bens passíveis de substituição. Por sua vez, consideram-se bens de procura inelásticos aqueles considerados como de primeira necessidade.

Observe-se que em países subdesenvolvidos, emergentes ou em desenvolvimento, torna-se muito difícil estimar elasticidade, face às distorções criadas no sistema de preços e de renda por processos inflacionários crônicos e as frequentes mudanças nas políticas econômicas.

Como o objetivo do presente capítulo é o estabelecimento de um Plano de Produção para uma determinada unidade produtiva, a quantificação da demanda aqui enfocada restringir-se-á a projeções estatísticas da oferta e do consumo de bens, deixando-se os estudos mais detalhados e completos para publicações específicas sobre o assunto.

Em resumo, este estudo (quantificação de unidades a serem vendidas) dividir-se-á em duas etapas: a) coleta de antecedentes; e b) análise e projeções de tendência.

Ademais, em função do tipo de consumo a que o bem vai ser submetido, estas etapas serão executadas de maneira distinta, como se vê a seguir.

1.3.1 Bens de consumo final

O primeiro elemento a ser considerado em um bem de consumo final (peças de vestuário, alimentos etc., bens que se destinam ao consumidor final) é o seu **consumo aparente** em uma determinada área geográfica. Este consumo é definido como a oferta interna de um determinado bem que corresponde a **produção interna mais importações menos exportações** (Consumo Aparente = produção interna + importação - exportação). Diz-se *aparente* o consumo assim estimado porque não se pode supor que corresponde às quantidades efetivamente consumidas (consumo efetivo), dadas as variações dos estoques, decorrentes de alterações de preços, modificações na política de importações, dificuldades de transporte ou simplesmente especulação decorrente de situações inflacionárias.

Determinado o Consumo Aparente histórico, passa-se para a determinação da oferta ou produção. Obter-se-á, assim, uma série de dados onde se encontram confrontados o consumo aparente e a produção, chegando-se a **demand insatisfeita**, passível de projeção.

Exemplo: Suponha os Consumos e Produções de um bem A, em uma determinada área geográfica:

Tabela 1.1 Consumo Aparente, Produção e Demanda Insatisfeita de um Bem A

Ano	Consumo Aparente	Produção	Demanda Insatisfeita
1	5.000	4.000	1.000
2	5.490	4.300	1.190
3	6.100	4.800	1.300
4	6.700	5.300	1.400
5	7.400	5.900	1.500
6	8.100	6.400	1.700
7	8.800	7.100	1.700
8	9.700	7.700	2.000
9	10.700	8.600	2.100

Concluída a etapa inicial de **coleta de antecedentes**, parte-se para a análise **de projeções de tendências da demanda insatisfeita** podendo-se utilizar as mais diversas técnicas de previsão. Caso a produção da unidade industrial em estudo seja inferior a demanda insatisfeita no ano projetado para a nova oferta de produtos, o empreendimento deve ser considerado viável do ponto de vista da demanda.

1.3.2 Bens de consumo intermediário

Quando o produto em questão será utilizado na elaboração de um bem final (exemplos: vaqueta na confecção de sapatos; tecido em peças de vestuário; tijolos e telhas em edificações etc.) adota-se o seguinte procedimento:

a) Identificação dos bens de consumo final, em cuja produção serão utilizados bens intermediários.

b) Relação técnica que expresse o número de unidades do bem intermediário, necessárias para a produção de uma unidade do bem final considerado. Exemplo: cada sapato de couro necessita de 0,116 m²/par de vaqueta, se infantil; 0,279 m²/par, se masculino adulto; 0,163 m²/par; se feminino; e, 0,093 m²/par de vaqueta, se alpargatas;

c) Determinação da produção dos bens de consumo final no ano de funcionamento do projeto em estudo. Esta produção determinará o consumo do bem intermediário, com o uso dos coeficientes técnicos.

Exemplo: Qual o consumo de vaquetas no Brasil em um ano X, sabendo-se que nesse ano o País produzirá 60.000 mil pares de sapatos, que 80% do couro bovino (vaquetas) é absorvida pela indústria de calçados e que:

Tabela 1.2 Consumo de Vaqueta por Tipos de Sapatos

Tipos de Sapatos	Participação na Produção Nacional	Consumo de Vaqueta por Tipo de Sapato (par)
Infantil	18%	0,116 m ²
Masculino	30%	0,279 m ²
Feminino	38%	0,163 m ²
Alpargatas	14%	0,093 m ²

Solução:

a) Cálculo da produção de sapatos por tipo:

Infantil= 0,18 x 60,000 mil = 10.800 mil

Masculino = 0,30 x 60.000 mil = 18.000

Feminino= 0,38 x 60.000 mil = 22.800 mil

Alpargatas = 0,14 x 60.000 mil = 8.400 mil

Total = 60.000 mil

b) Cálculo do consumo de vaquetas pela produção de calçados:
Infantil = 10.800 mil x 0,116 m² = 1.252.800 m²
Masculino = 18.000 mil x 0,279 m² = 5.022.000 m²
Feminino = 22.800 mil x 0,163 m² = 3.716.400 m²
Alpargatas = 8.400 mil x 0,093 m² = 781.200 m²
Total = 10.772.400 m²

Como este consumo representa 80% do consumo aparente de vaquetas no Brasil, o consumo total será:
 $10.772.400 / 0,80 = 13.465.500 \text{ m}^2$

d) Dimensionamento da demanda insatisfeita (consumo do bem menos sua produção) no ano de funcionamento.

e) Comparação da oferta do novo empreendimento com a demanda insatisfeita, se menor, o acréscimo de produção é viável.

1.3.3 Bens de capital

Na determinação do consumo de Bens de Capital (máquinas, equipamentos, etc.), devem-se calcular as seguintes parcelas componentes da quantidade total procurada:

- para reposição;
- para aumento da capacidade instalada;
- para substituição de fatores.

Para se determinar a quantidade do bem a ser reposto, tem-se que buscar informações que quantifiquem o bem em estudo associando-o ao ano de fabricação. Supondo-se que se pretenda determinar o número de máquinas de costura reta industrial a ser reposto em um ano Y, e estimando-se que tenham uma vida útil de dez anos, é necessário que se disponha na área geográfica que se quer estudar o mercado, a quantidade deste tipo de máquina de costura industrial existente fabricada em Y - 10.

No caso do aumento da capacidade industrial (aumento do número de máquinas), deve-se dispor dos planos de expansão

industrial do setor em estudo, a partir dos quais se farão as quantificações nos números de máquinas a serem incorporadas ao setor produtivo da área geográfica em estudo.

No que respeita a substituição de fatores, compreende, principalmente, a substituição de mão-de-obra por capital, em programas de modernização ou de mecanização, gerados por razões econômicas (competição com indústrias mais modernas) ou por razões de políticas governamentais.

1.3.4 Serviços gratuitos

Nesses serviços, a projeção da procura torna-se particularmente difícil porque, em projetos dessa natureza, as decisões são de caráter predominantemente político.

Para reduzir o grande arbítrio político que existe, se estabelecem índices (número de camas de hospitais/habitantes, salas de aula/aluno, etc.) para comparação com outras áreas geográficas de mesmo nível de renda, para que se determinem os padrões mínimos de oferta considerados socialmente aceitáveis ou necessários.

1.4 Técnicas de previsão

Existem algumas técnicas de previsão disponíveis das quais serão apresentadas as principais características. Antes, porém, faz-se necessário descrever alguns pressupostos presentes em todas as técnicas de previsão:

- pressupor que as causas que influenciaram a demanda passada permanecem no futuro;
- estar consciente que qualquer previsão apoia-se em simplificações, uma vez que é impossível prever todas as variações aleatórias que poderão ocorrer;
- quanto maior o prazo da previsão menor o grau da precisão das estimativas;

d) para uma maior precisão, devem-se estimar previsões de grupos de produtos, uma vez que no grupo os erros nas previsões individuais de cada produto tendem a se anular.

Os métodos de previsão da demanda, conforme descrito no início do capítulo, podem ser qualitativos, quantitativos ou mistos. Os primeiros, exclusivamente intuitivos, baseiam-se no julgamento dos gerentes e vendedores da empresa, bem como na opinião dos consumidores e fornecedores.

Por sua vez, as técnicas quantitativas consistem em analisar os dados passados objetivamente, empregando-se modelos matemáticos para projetar a demanda futura. Em virtude da maior aplicabilidade dessas técnicas, e, como para previsão futura de demanda o **modelo da equação linear para a tendência** ser o mais adequado, apresentar-se-á de maneira exemplificada este modelo.

Adotar-se-á equação ($y = a + bx$) e como método para determinação dos estimadores, o dos Mínimos Quadrados.

Exemplo: tomem-se as informações da Tabela 1.1, assim resumidas:

Tabela 1.3 Demanda Insatisfeita (DI)

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DI	1.000	1.190	1.300	1.400	1.500	1.700	1.700	2.000	2.100

Para se evitar um grande número de cálculos, far-se-á a seguinte mudança de variável $x_i = t_i - t_0$, onde t_i são os valores da variável (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9); e, t_0 é uma constante arbitrária, neste caso igual a 5 (elemento de ordem $(n+1)/2$, quando n é ímpar. Veja-se: $n = 9$; logo a ordem será $(9+1)/2 = 5 = 5^\circ$.

Se n for par, t_0 será a média entre os elementos de ordem $n/2$ e $n/2 + 1$; exemplificando:

t_i : 1, 2, 3 e 4; tem-se: $n = 4$; $n/2 = 2^\circ$ elemento; $n/2 + 1 = 3^\circ$ elemento.

$$\text{Logo, } t_0 = (2 + 3)/2 = 2,5$$

Para se obter os valores x_i inteiros convém, neste caso, multiplicar $(t_i - t_0)$ por 2.

Assim, $x = -3$ foi obtido efetuando-se: $2(1 - 2,5)$.

Volte-se ao exemplo:

Para a rapidez dos cálculos, será conveniente a elaboração da seguinte tabela:

Tabela 1.4. Determinação dos Estimadores da Demanda Insatisfeita do Bem A

Ti	xi= ti-5	Yi (mil unidades)	xy	x ²
1	-4	1.000	-4.000	16
2	-3	1.190	-3.570	9
3	-2	1.300	-2.600	4
4	-1	1.400	-1.400	1
5	0	1.500	0	0
6	1	1.700	1.700	1
7	2	1.700	3.400	4
8	3	2.000	6.000	9
9	4	2.100	8.400	16
Σ	0	13.890	7.930	60

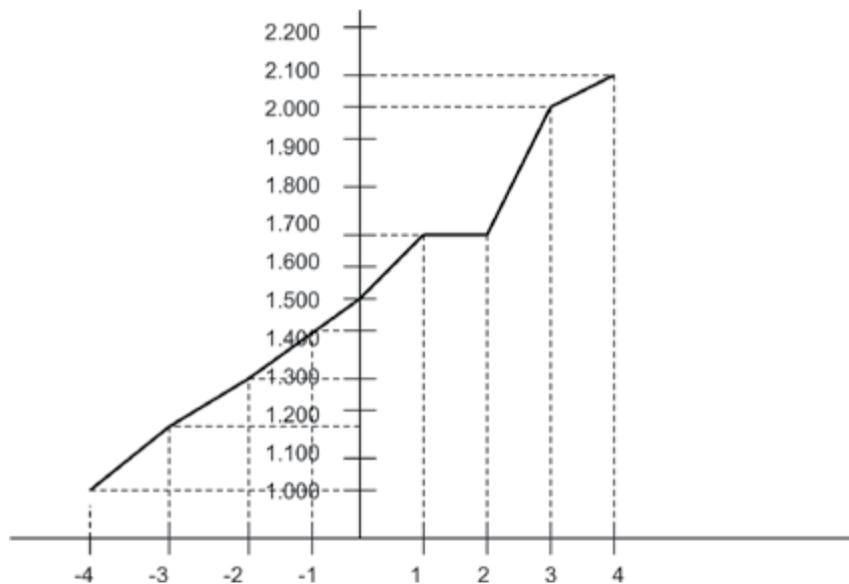


Figura 1.1 Gráfico da Demanda Insatisfeita

Determinação da reta estimada ($y = a + bx$):

$$S_{xy} = \sum xy - (\sum x \sum y) / n = \sum xy;$$

$$S_{xx} = \sum x^2 - (\sum x)^2 / n = \sum x^2;$$

$$b = S_{xy} / S_{xx} = 7.930 / 60 = \mathbf{132,17};$$

$$e, \quad a = y - bx = 1.543,33 - 132,17 \cdot 0 =$$

$$a = \mathbf{1.543,33}$$

Logo, a reta estimada será:

$$\mathbf{y = 1.543,33 + 132,17 x}$$

Suponha-se que se queira determinar a viabilidade de uma unidade de produção que pretenda produzir no ano 11, 2.200 unidades.

No ano 11 ($t_i = 11$ e $x_i = 11 - 5$), a demanda insatisfeita y , será:

$$y = 1.543,33 + 132,17 (11 - 5)$$

$$y = 2.336,35$$

O que demonstra ser viável o plano de produção da unidade produtiva referida, uma vez que $2.200 < 2.336,35$.

1.5 Resumo

O Planejamento das Instalações de uma determinada unidade produtiva compreende a resolução das seguintes questões: o que e quanto; onde e, como produzir.

Para responder essas questões faz-se necessário o estudo de diversos aspectos, como: necessidades de capital; localização do empreendimento; projeto do produto; estudo do mercado, previsão de vendas e escolha da faixa de concorrência; escolha dos processos produtivos; arranjo físico; instalações; desenvolvimento da organização etc.

Na determinação do capital necessário para implantação e funcionamento do empreendimento são necessários identificar o imobilizado técnico e o imobilizado financeiro, além dos recursos imprescindíveis para a constituição do empreendimento e seus testes de funcionamento.

A escolha dos processos produtivos deve ser feita a partir de dois pontos de vista: técnico – tecnologia dos processos produtivos e; econômico – comparação financeira de alternativas.

Com relação ao desenvolvimento da organização, deve-se: definir os objetivos da organização; subdividi-la de modo a alcançar a obtenção do objetivo geral; prever planos que propiciem o alcance do objetivo final da organização; e planejar a fábrica para o presente e o futuro.

Este capítulo é voltado à resolução das questões iniciais “o que e quanto produzir”. O propósito é se estabelecer um Plano de Produção que norteie todas as etapas posteriores do planejamento das instalações, tornando-se imprescindível o conhecimento de alguns aspectos mercadológicos dirigidos a mensurar um determinado potencial de vendas de uma unidade produtiva.

Quando a indústria concorre em um mercado com características oligopólicas necessita-se conhecer o mercado global. Por sua vez, quando concorre em um mercado competitivo, muitas vezes, é bastante conhecer a posição que a empresa ocupa frente aos concorrentes.

Estudos voltados para expansão de empresas são bem mais simples que os estudos para implantação, uma vez que a própria indústria já dispõe de elementos que permitem determinar a **procura** do produto do projeto.

Quando a entrada de uma nova unidade produtora no mercado somente poderá ser feita se houver substituição ou deslocamento de competidores (procura satisfeita), este estudo exigirá conhecimentos mais especializados, na área de *Marketing*, fugindo ao objetivo desta publicação.

O mercado pode ser definido em termos da área geográfica que abrange como em termos do grau de competição que nele prevalecem ou das funções econômicas que exerce. A área geográfica de um mercado é definida como aquela para a qual convergem a oferta e a procura de um determinado produto. Quanto ao grau de competição, este mercado pode ser definido como certo número de compradores e vendedores que, em estreito contato, compram e vendem entre si, destacando-se: competição perfeita, competição imperfeita (oligopólica ou oligopsônica) e ausência de competição. Por sua vez, a função econômica que exerce é a delimitação do mercado em função do setor ou ramo de atividade que a unidade em estudo pertence ou irá pertencer.

O objetivo do dimensionamento da demanda é determinar a quantidade de bens e serviços provenientes de uma nova unidade produtora que, em uma área geográfica específica e sob determinadas condições de venda a comunidade pode adquirir.

A procura, ou função - procura, é a relação entre preços e quantidades compradas. De forma semelhante, a função - oferta é a relação entre preços e quantidades produzidas.

Observe-se que em países subdesenvolvidos, emergentes ou em desenvolvimento, torna-se muito difícil estimar elasticidade, face às distorções criadas no sistema de preços e de renda por processos inflacionários crônicos e as frequentes mudanças nas políticas econômicas.

A quantificação da demanda aqui enfocada restringe-se a projeções estatísticas da oferta e do consumo de bens. Este estudo (quantificação de unidades a serem vendidas) dividir-se-á em duas etapas: a) coleta de antecedentes; e b) análise e projeções de tendência.

Ademais, em função do tipo de consumo a que o bem vai ser submetido, estas etapas serão executadas de maneira distinta, como se vê a seguir.

O primeiro elemento a ser considerado em um bem de consumo final é o seu **consumo aparente** em uma determinada área geográfica. Este consumo é definido como a oferta interna de um determinado bem que corresponde a **produção interna mais importações menos exportações**. Diz-se *aparente* o consumo assim estimado porque não se pode supor que corresponde às quantidades efetivamente consumidas (consumo efetivo), dadas as variações dos estoques.

Determinado o Consumo Aparente histórico, passa-se para a determinação da oferta ou produção. Obter-se-á, assim, uma série de dados onde se encontram confrontados o consumo aparente e a produção, chegando-se a **demanda insatisfeita**, passível de projeção. Concluída a etapa inicial de **coleta de antecedentes**, parte-se para a análise **de projeções de tendências da demanda insatisfeita** podendo-se utilizar as mais diversas técnicas de previsão. Caso a produção da unidade industrial em estudo seja inferior a demanda insatisfeita no ano projetado para a nova oferta de produtos, o empreendimento deve ser considerado viável do ponto de vista mercadológico.

Quando o produto em questão é um bem de consumo intermediário adota-se o seguinte procedimento: a) identificação

dos bens de consumo final, em cujas produções serão utilizados bens intermediários; b) relação técnica que expresse o número de unidades do bem intermediário, necessária para a produção de uma unidade do bem final considerado; c) determinação da produção dos bens de consumo final no ano de funcionamento do projeto em estudo, que será transformado no consumo do bem intermediário com o uso dos coeficientes técnicos; d) dimensionamento da demanda insatisfeita (consumo do bem menos sua produção) no ano de funcionamento; e) comparação da oferta do novo empreendimento com a demanda insatisfeita, se menor, o acréscimo de produção é viável.

Na determinação do consumo de Bens de Capital (máquinas, equipamentos, etc.), devem-se calcular as seguintes parcelas componentes da quantidade total procurada: a) para reposição; b) para aumento da capacidade instalada; c) para substituição de fatores.

Para se determinar a quantidade do bem a ser reposto, tem-se que buscar informações que quantifiquem o bem em estudo associando-o ao ano de fabricação. No caso do aumento da capacidade industrial (aumento do número de máquinas), deve-se dispor dos planos de expansão industrial do setor em estudo, a partir dos quais se farão as quantificações nos números de máquinas a serem incorporadas ao setor produtivo da área geográfica em estudo. No que respeita a substituição de fatores, compreende, principalmente, a substituição de mão-de-obra por capital, em programas de modernização ou de mecanização, gerados por razões econômicas (competição com indústrias mais modernas) ou por razões de políticas governamentais.

Nos serviços gratuitos, a projeção da procura torna-se particularmente difícil porque, em projetos dessa natureza, as decisões são de caráter predominantemente político. Para reduzir o grande arbítrio político que existe, se estabelecem índices (número de camas de hospitais/habitantes, salas de aula/aluno, etc.)

para comparação com outras áreas geográficas de mesmo nível de renda, para que se determinem os padrões mínimos de oferta considerados socialmente aceitáveis ou necessários.

Existem algumas técnicas de previsão disponíveis. Antes, porém, faz-se necessário descrever alguns pressupostos presentes em todas as técnicas de previsão: a) pressupor que as causas que influenciaram a demanda passada permanecem no futuro; b) estar consciente que qualquer previsão apoia-se em simplificações, uma vez que é impossível prever todas as variações aleatórias que poderão ocorrer; c) quanto maior o prazo da previsão menor o grau da precisão das estimativas; d) para uma maior precisão, devem-se estimar previsões de grupos de produtos, uma vez que no grupo os erros nas previsões individuais de cada produto tendem a se anular.

Os métodos de previsão da demanda podem ser qualitativos, quantitativos ou mistos. Os primeiros, exclusivamente intuitivos, baseiam-se no julgamento dos gerentes e vendedores da empresa, bem como na opinião dos consumidores e fornecedores.

Por sua vez, as técnicas quantitativas consistem em analisar os dados passados objetivamente, empregando-se modelos matemáticos para projetar a demanda futura. Em virtude da maior aplicabilidade dessas técnicas, e, como para previsão futura de demanda o **modelo da equação linear para a tendência** é o mais adequado. Adotar-se-á equação ($y = a + bx$) e como método para determinação dos estimadores, o dos Mínimos Quadrados.

1.6 Exercícios

1.6.1 Como você classificaria o couro bruto bovino, matéria prima da indústria de curtume. Um bem elástico ou inelástico? Por quê?

1.6.2 Como você determinaria a oferta (produção) de couro bovino em bruto?

1.6.3 O abate de gado bovino em uma Região do Brasil comportou-se segundo a série abaixo:

em 1.000 unidades

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cabeças	1.263	1.227	1.360	1.416	1.431	1.528	1.665	1.635	1.690	1764	1667

Admitindo-se uma tendência linear, estime o abate para o ano 15.

1.6.4 De um ano n a um ano $n+3$, a produção e exportação de calçados no Brasil obedeceu ao seguinte comportamento:

Anos	Produção (mil pares)	Exportação (mil pares)
n	7.257	74
$n+1$	7.958	130
$n+2$	11.938	298
$n+3$	25.070	431

Supondo uma tendência linear, qual o consumo aparente de sapatos em $n+9$?

1.6.5 Supondo que 90% do couro bovino (vaqueta) é absorvido pela indústria Nacional de calçados e que:

Tipos de Sapatos	Participação na Produção Nacional	Consumo de Vaqueta p/ Tipo de Calçados (par)
Infantil	20%	0,116 m ²
Masculino	30%	0,279 m ²
Feminino	40%	0,163 m ²
Alpargatas	10%	0,093 m ²

Qual o consumo de vaquetas em $n+9$?

Capítulo 2

LOCALIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES

Além de decidir sobre o que, como e quanto produzir, o planejador se defronta, também, com o problema de onde produzir.

Introduz-se, assim, no processo decisório a variável distância e a análise dos fatores que condicionam a distribuição da atividade econômica.

Este assunto vem sendo estudado desde o século dezoito. Johann Heinrich Von Thunen publicou em 1826 em Hamburgo sua obra “Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und National Ö Ronomie” que tratou do problema enfocando a atividade agrícola. Wilhelm Laundmardt teve sua obra “Die Bestimmung der Zweckmässigsten Standortes Einer Gewerblichen Anale” publicada em Berlim no ano de 1882.

No entanto quem deu um impulso a Teoria de Localização e tratou o problema de uma forma geral foi Alfred Weber na sua obra “Über Den Standort der Industrien” publicada em 1909. Outros estudiosos deram grandes contribuições à Teoria da Localização, como: Andreas Predöhl, Oskar Engländer, Tord Palander, Augusto Lösch e Walter Isard.

Esses problemas são bastante complexos pois têm um extenso número de variáveis de decisão que se influenciam

mutuamente, a decisão de localização baseia-se em dois tipos de dados, sendo eles os dados qualitativos e quantitativos.

Os dados qualitativos são dados sobre o local que podem ser medidos de forma subjectiva. (ex: qualidade de vida, clima). Os dados quantitativos são dados sobre o local que podem ser medidos e ter um valor numérico. (ex: preço, salários).

Os modelos de decisão mais utilizados na avaliação de alternativas de localização são:

Para os qualitativos: modelo da ponderação qualitativa.

Para os quantitativos: modelo do centro de gravidade; modelo de comparação entre custos; e, método dos momentos.

Para estes últimos devem ser empregues técnicas sofisticadas de modelagem e análise que podem ser analíticas incluindo programação linear e técnicas de simulação. As técnicas analíticas incluem métodos que identificam os centros de gravidade da rede logística, que é adequado para decidir a localização de uma única fábrica ou um único centro de distribuição (CD). O centro de gravidade pode ser relativo ao centro do peso, centro da distância ou ao centro combinado do peso-distância ou ainda do centro peso-tempo-distância, sempre tentando encontrar uma localização de menor custo. Para a localização de múltiplas instalações devem ser usadas técnicas de programação linear ou de simulação.

Infelizmente não há uma solução científica e inequívoca para a localização de uma empresa, mas apenas uma solução prática: o teste da tentativa e do erro. Portanto, as tentativas de Weber e dos outros estudiosos em busca de uma sistemática para a teoria da localização estavam condenadas ao insucesso.

Isto não significa que teorizar seja uma perda de tempo, mas aqueles que se esforçam em busca de uma teoria de localização industrial devem estar cientes do grau de simplificação envolvido e evitar a utilização de um enfoque unilateral a um problema complexo que depende de muitas variáveis.

Nesta publicação optou-se por métodos empíricos de tomada desta decisão conforme se vê a seguir.

2.1 Localização ótima

No cumprimento de seus objetivos, a empresa industrial cumpre as três etapas seguintes: 1) reunião dos materiais necessários à produção; 2) beneficiamento ou transformação dos materiais; e 3) distribuição e vendas dos produtos.

As etapas 1 e 3 são influenciadas pelos custos dos transportes, enquanto a etapa 2 é influenciada pelos custos de transformação.

Portanto a localização industrial sob o ponto de vista econômico é decidida através dos custos de transportes e os custos de beneficiamento ou transformação.

$CT = f(Ctr, Cp)$; onde: CT = Custo Total;

Ctr = Custo de Transporte;

CP = Custo de Processamento

Nesta ordem de idéias, localização ótima é aquela que assegura a maior diferença entre custos e benefícios, privados ou sociais. Vale dizer, a melhor localização é a que permite obter alta rentabilidade (critério privado) ou o custo unitário mínimo (critério social).

A escolha da localização está condicionada pelo comportamento e influência das forças locais assim consideradas as variáveis que determinam ou orientam a distribuição dos investimentos.

2.2 Fatores locais

Os fatores locais agem como forças de atração da física, atuando sobre os empreendimentos de dois modos distintos:

1) orientando as indústrias para aquele ponto geográfico onde a composição dos custos seja mais vantajosa;

2) Aglomerando ou dispersando a atividade industrial dentro do espaço geográfico.

Denominam-se como Fatores Gerais, aqueles que influem na distribuição espacial das indústrias e podem ser subdivididos em dois: a) fatores regionais, englobando o custo de transporte de materiais, de produtos e de subprodutos, além dos custos relativos de mão-de-obra e de energia; e b) fatores técnicos locais, que são fatores aglomerativos ou desaglomerativos e abordam as economias e deseconomias de escala, economias e deseconomias externas e de aglomeração.

Os Fatores Especiais são aqueles que influem na distribuição espacial de certas indústrias e dizem respeito a : a) disponibilidades relativas em recursos de água, clima, terra e serviços; e, b) resíduos industriais.

Pesam ainda na decisão empresarial os Fatores Motivacionais que se decompõem em dois tipos: fatores tangíveis e intangíveis.

Fatores Tangíveis: recursos de capital e de crédito; incentivos governamentais; impostos e taxas.

Fatores Intangíveis: bem estar social; atitudes da comunidade; miscelâneos (fatores psicológicos como apego a comunidade, fidelidade à tradição empresarial da família, etc.).

2.3 Tipos de orientação locacional

Como viu-se anteriormente:

$$CT = C_{tr} + C_p$$

Se $C_{tr} > C_p$, a localização da indústria será orientada pelas variações geográficas nos custos de transporte.

Para $C_p > C_{tr}$, a localização da empresa será orientada pelas variações geográficas nos custos do processo industrial.

Se $C_p = C_{tr}$, a localização da indústria será orientada pelas variações geográficas em outros custos.

Como C_{tr} pode ser composto em C_{tr1} , ou seja, custo de transporte de materiais e C_{tr2} , custo de transporte dos produtos, e, por sua vez, C_p pode ser decomposto em C_{p1} (custos de mão-de-obra) e C_{p2} (custos de energia), conclui-se por cinco tipos de orientação industrial. Esses tipos de orientação são concernentes aos fatores locais regionais predominantes:

- a) orientada para as matérias primas;
- b) orientada ao mercado dos produtos;
- c) orientada para a mão-de-obra;
- d) orientada para a energia;
- e) sem orientação definida.

Um caso especial de orientação para o mercado é o das chamadas indústrias metropolitanas, que por sua natureza tendem a localizar-se junto dos grandes centros metropolitanos, porque:

- a) A procura do produto depende do prestígio do nome da cidade em que é fabricado. Ex: confecções de luxo; perfume; etc.
- b) A indústria necessita de uma infra-estrutura cultural que somente é encontrada nas grandes cidades: indústria editorial; teatral; cinematográfica; etc.

2.4 Localização e transporte

Os conceitos relacionados com, a análise dos custos de transporte são: 1) frete; 2) tipos de materiais utilizados; e, 3) características dos produtos industriais.

O custo de transporte é função do peso/volume transportado, da distância e das tarifas.

Teoricamente o custo de transporte pode ser considerado à base dos elementos fundamentais, ou seja, peso/volume e distância. Na prática outros fatores influenciam sobre ele, como:

- a) tipo de transporte;
- b) extensão e direção no uso do transporte (frete de retorno).
- c) topografia, clima, estrutura dos sistemas regionais.

- d) qualidades da própria mercadoria.
- e) seguros, impostos, taxas e tarifas alfandegárias.

Supondo-se que existe somente um mercado de produtos e uma fonte de matérias primas, o problema de localização fica bastante simplificado: determinar o ponto em que os custos totais de transporte sejam mínimos.

O problema se torna mais complexo quando existem diferentes insumos e fontes alternativas de abastecimento de matérias primas e/ou diferentes produtos ou mercados geograficamente distintos. A partir de pontos alternativos de localização se determinam os custos alternativos de transporte.

De um modo geral, são orientadas para a matéria prima, as indústrias que:

- a) elaboram materiais brutos que durante o processamento industrial, sofrem substancial perda de peso;
- b) processam materiais que embora não percam peso no processo produtivo se transformam em materiais de mais fácil transporte;
- c) utilizam matérias primas perecíveis;
- d) dependem do suprimento de matérias primas localizadas;
- e) usam matérias primas de baixo valor específico (CT/Vm)

Em sentido contrário, tendem a orientar-se para o mercado, as indústrias que:

- a) elaboram materiais puros que não perdem peso ou, noutros casos, materiais que ganham peso no decorrer do processo produtivo;
- b) produzem mercadorias perecíveis;
- c) utilizam materiais ubíquos, que podem ser encontrados em qualquer região;
- d) fabricam bens de baixo valor específico.

Na localização de serviços de emergência procura-se cobrir a área de procura, quer isto dizer que se tenta minimizar a distância/tempo crítica além da qual a área da procura é considerada

não coberta, logo a área de procura diz-se que está coberta se está a menos da distância crítica de pelo menos um dos servidores (ou facilidades) existentes independentemente de este estar ou não disponível quando o serviço é solicitado.

2.5 Exercícios

2.5.1 Qual a sua opinião sobre a instalação de uma fábrica de amortecedores para automóveis no Distrito Industrial de João Pessoa?

2.5.2 Que fatores locais predominam em uma fábrica de automóveis?

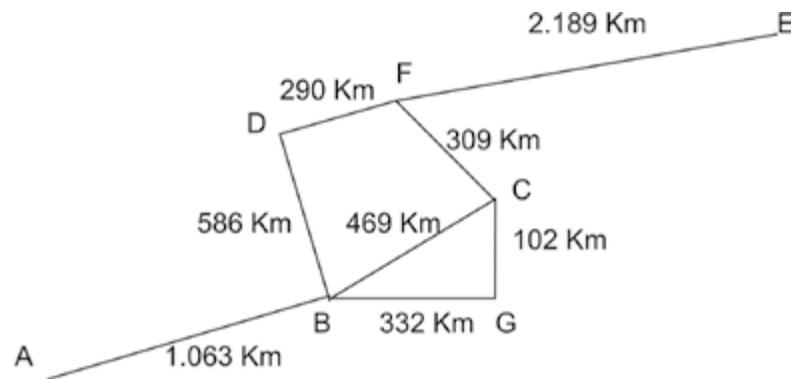
2.5.3 Dê dez exemplos de indústrias que tendo em vista aspectos locais podem ser implantadas na Grande João Pessoa.

2.5.4 Dê dez exemplos de indústrias orientadas para a fonte de matéria prima.

2.5.5 Suponha que uma fábrica de rodas para auto-veículos com uma produção estimada de 30.000 rodas por mês apresente a seguinte expectativa de vendas:

Código	Cidade	% de Consumo
A	Porto Alegre	10
B	São Paulo	30
C	Rio de Janeiro	10
D	Belo Horizonte	20
E	Recife	10
F	-	-
G	Volta Redonda	20

A malha rodoviária apresenta a seguinte conotação:



Suponha que cada roda é transportada ao custo de R\$ 0,50 / 100 km.

Qual a melhor localização?

Capítulo 3

FUNDAMENTOS AO ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO

Este capítulo é iniciado com a conceituação de arranjo físico e com a apresentação de seu desenvolvimento em suas três principais fases históricas.

Apresenta também os tipos de arranjos físicos clássicos, e o arranjo celular, seus pré-requisitos, objetivos, princípios e recomendações.

Finaliza mostrando algumas metodologias de elaboração do *layout*, concluindo-se com a apresentação daquela recomendada nesta publicação.

3.1 Conceitos de arranjo físico

Como todo conhecimento, o conceito de arranjo físico vem sendo adaptado às necessidades de cada época, podendo se identificar esta evolução em três fases distintas.

A primeira fase, anterior a década de 50, caracteriza-se pela apresentação de estudos de casos e aplicações isoladas que não contêm métodos sistemáticos de abordagem do assunto.

A definição de REED (1971) representa o primeiro entendimento que se teve sobre arranjo físico:

“La disposición de planta constituye un sistema compuesto de departamentos individuales en interacción [...] que determina en gran medida la eficiencia de la firma en el cumplimiento de sus objetivos principales”¹

O assunto “arranjo físico” ganhou um significado mais técnico e específico com a publicação em 1947 do resultado de um estudo realizado pela American Society of Mechanical Engineers – ASME, “Operation and Flow Process Charts”, *apud* BARNES (1963), sobre várias definições de termos ligados à Engenharia de Produção e ao arranjo físico.

Com as definições da ASME imprimindo maior importância relativa do estudo do arranjo físico nos meios acadêmicos e industriais, o estudo do arranjo físico recebeu uma fundamentação teórico-sistemática e as empresas passaram a incluir no “processo de projeto” um item destinado à elaboração de arranjo físico. Além disso, na própria fase de implantação, o cuidado com a disposição relativa das diversas atividades foi considerado com maior intensidade.

Com o advento dos “sistemas modernos de gerenciamento” os enfoques de abordagem ao problema sofreram modificações. Entretanto, a fundamentação teórica contida nos seus diversos procedimentos e métodos continua passível de aplicação sem a necessidade de grandes adaptações. As diferenças encontram-se mais nos aspectos a serem considerados e não no aperfeiçoamento dos procedimentos sistemáticos.

Um dos pontos que recebeu grande importância em decorrência da necessidade de mudanças freqüentes nos produtos foi o princípio da flexibilidade: se antes um arranjo físico bom era aquele que integrava todos os seus departamentos e que ocupava todos os espaços disponíveis do piso da fábrica, utilizando as

¹ O arranjo físico constitui um sistema composto de departamentos individuais em interação [...] que determina em grande parte a eficiência da empresa no cumprimento de seus objetivos principais (REED, 1971).

palavras de BETHEL (1962): *“Modern layouts now must be flexible”²*

Atualmente, o bom arranjo físico é aquele que consegue incorporar facilidades nas futuras mudanças. Segundo VALLE (1975): *“...representará sempre menores investimentos nas futuras expansões da indústria, permitirá ampliações mais suaves, sem crises de crescimento, e protegerá a instalação contra os males das soluções de emergência e os riscos das modificações impensadas”.*

A segunda fase, situada nas décadas de 50 - 60, é a mais fértil no desenvolvimento dos conceitos e princípios fundamentais da teoria sobre arranjo físico. Como definições oficiais de arranjo físico tem-se a da ASME e a do International Labour Office, localizado em Genebra.

Para a ASME (1952), *apud* MAYNARD (1970) arranjo físico é *“o arranjo de itens em certa área. Estes itens podem incluir estradas, [...], departamentos, equipamentos, [...], peças, corredores e outros objetos. [...]”.* Embora não seja uma definição atual, ela amplia os objetivos do estudo do arranjo físico. Apresenta-se, assim, de uma forma mais aberta, apta a incorporar várias tendências, e universal, pois, a partir de então, o estudo do arranjo físico poderia ser utilizado em qualquer atividade humana, em qualquer processo produtivo, seja na construção de uma ferrovia, seja de um escritório, de uma residência etc.

Já a definição do International Labour Office (*apud* MACHLINE, 1979) para arranjo físico é: *“a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho, das máquinas, dos pontos de armazenamento, e do trabalho manual ou intelectual dentro de cada departamento ou seção, dos meios de suprimento e acesso às áreas de armazenamento e de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo do trabalho”.*

Finalmente, da década de 70 até os dias de hoje, tem-se a terceira fase de desenvolvimento do estudo de arranjo físico. Os mesmos autores da segunda fase lançam no mercado programas computacionais para a solução de problemas específicos de arranjo físico.

² Nos dias atuais, arranjos físicos modernos devem ser flexíveis (BETHEL, 1962).

Nesta publicação adotar-se-á a conceituação do OLIVÉRIO (1985) que define Arranjo Físico como um estudo sistemático que procura uma **combinação ótima** das instalações industriais que concorrem para a produção, dentro de um espaço disponível.

Antecedem o estudo do *Layout* a definição do roteiro da produção (a estrutura do produto acabado, a relação geral de peças, seqüência de operações, folha de matéria prima e os postos de trabalho), os Serviços de Suporte (manutenção, reparo de máquinas, ferramentaria, plataformas de descarga, áreas de armazenamento, etc), e o plano de produção.

O *plant layout* abrange o estudo de instalações existentes, ou em planejamento. Procura harmonizar e integrar equipamento, mão-de-obra, materiais, áreas de movimentação, estocagem, administração, enfim, todos os itens que possibilitem uma atividade industrial.

Na definição, negritou-se “combinação ótima”. Para obtê-la, deve-se encontrar uma forma de medir a eficiência das soluções encontradas. Sob o ponto de vista do homem do arranjo físico, ora será a segurança o fator mais importante, ora serão as condições ambientais, ora a estética do conjunto, ou a obtenção de um fluxo racional.

Dai se percebe que a “combinação ótima” irá depender do critério de medida de eficiência adotado, e que dois *plantlayoutmen*, estudando o mesmo problema, poderão chegar a duas combinações ótimas diferentes, desde que tenham considerado importantes aspectos distintos da mesma questão.

Não obstante, pode-se assegurar o seguinte: quando o estudo é necessário, mais compensador é realizar um bom estudo. O custo de um arranjo físico bem estudado é superior àquele mal estudado, sem dúvidas, mas este irá afetar continuamente o custo da produção, encarecendo o produto. Um bom estudo, na maioria das vezes, rapidamente se paga.

3.2 Tipos de arranjo físico

Existem várias formas de abordar este tópico. Optou-se neste trabalho a apresentar uma classificação em que os tipos de arranjos físicos estão relacionados com os tipos de processos produtivos para os quais se destinam.

TUBINO (1999) classifica em quatro os tipos de processos produtivos segundo o tipo de operação que sofre o produto e o nível de demanda: processos contínuos, processos repetitivos em massa, processos repetitivos em lotes e, processos por projeto.

Os processos contínuos são utilizados quando existe produção de bens e serviços com elevada uniformidade, levando os produtos e os processos produtivos a total interdependência, favorecendo a automação, não existindo flexibilidade no sistema. Quem utiliza este tipo de processo são as empresas que utilizam intensivamente o capital, devido à necessidade de elevados investimentos em equipamentos e instalações, a mão de obra é utilizada apenas para a condução e manutenção das instalações, sendo seu custo frente aos outros fatores produtivos insignificante. Neste caso o **arranjo físico** adequado é o **linear ou por produto**, em que a disposição física das máquinas e equipamentos obedece, em certa medida, o fluxo do processo produtivo. Faz parte desse grupo a produção de bens de base, como processamento de petróleo, produtos químicos de uma forma geral, fabricação de cimento etc.

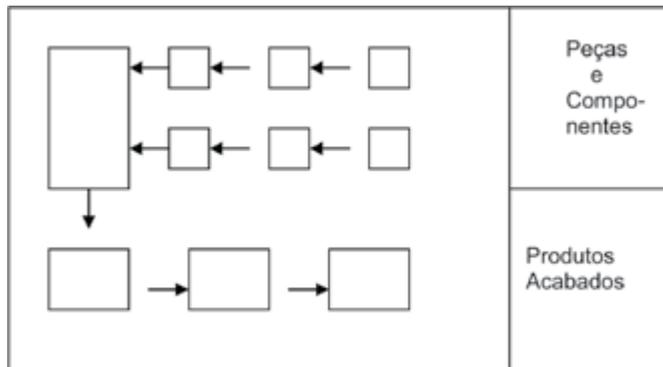


Figura 3.1 Arranjo Físico Linear ou Por Produto

Por sua vez, nos processos empregados na produção em grande escala de produtos altamente padronizados, como processos repetitivos em massa, a demanda pelos produtos é normalmente estável, fazendo com que seus projetos tenham poucas alterações no curto prazo, o que possibilita, semelhantemente a produção contínua, a montagem de uma estrutura produtiva altamente especializada e pouco flexível, onde os altos investimentos possam ser amortizados durante um longo prazo. Nesse tipo de produção a variação entre os produtos acabados se dá geralmente no âmbito da montagem final, com seus componentes padronizados de forma a permitir a produção em grande escala. Classificam-se nesse grupo a produção de bens padronizados como automóveis, eletrodomésticos, produtos têxteis, produtos cerâmicos etc. O tipo de **arranjo físico é também o linear ou por produto** (Figura 3.1).

Como os tipos de produção contínua e repetitiva em massa utilizam o mesmo tipo de arranjo físico, RUSSOMANO (1995) não os separa em dois tipos de produção diferentes. Considera como principal característica da produção contínua o pequeno tempo de preparação de máquinas e equipamentos em comparação com o tempo de operação.

Por sua vez, os processos repetitivos em lotes são definidos por TUBINO (1999) como aqueles característicos da produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados em lotes, sendo que cada lote segue uma seqüência de operações diferenciada que necessita ser programada à medida que as operações anteriores forem realizadas. O sistema produtivo é flexível, empregando equipamentos universais e mão de obra polivalente, objetivando atender diferentes pedidos dos clientes e flutuações da demanda. Como exemplo pode-se citar a fabricação em pequena escala de confecções de vestuários e sapatos, indústria mecânica, fabricação de artefatos de madeira etc. Este tipo de processo produtivo requer um **arranjo físico funcional ou departamental** (Figura 3.2) onde máquinas e equipamentos que realizam operações semelhantes localizam-se em um mesmo espaço físico.

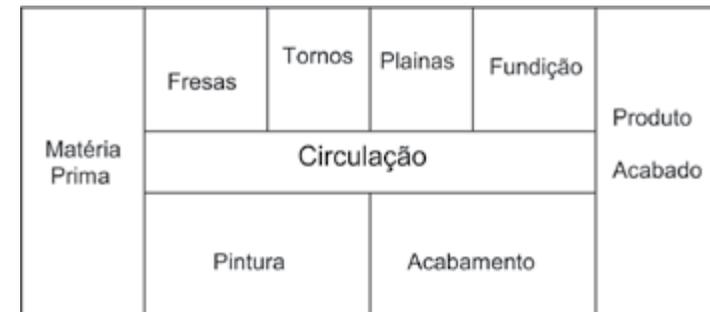


Figura 3.2 Arranjo Físico Funcional ou Departamental

Ainda segundo TUBINO (1999), os processos por projeto têm por finalidade o atendimento de uma necessidade específica do cliente, com todas as suas atividades voltadas para esta meta. O produto tem uma data específica para ser concluído e, uma vez concluído, o sistema produtivo se volta para um novo projeto. Os produtos são concebidos em estreita ligação com os clientes, de

modo que suas especificações impõem uma organização dedicada ao projeto. Exige-se alta flexibilidade dos recursos produtivos, normalmente à custa de certa ociosidade, enquanto a demanda por bens ou serviços não ocorrer. Este tipo de produção, processo por projeto, quando industrializa produtos que devido ao seu volume ou peso impossibilitam seu deslocamento ao longo de postos de trabalho (navios, aviões, componentes de usinas hidroelétricas, construção civil etc), requer o **arranjo físico posicional ou por posição fixa** (Figura 3.3), onde materiais, máquinas, equipamentos e pessoas se deslocam para o produto em processo de fabricação.

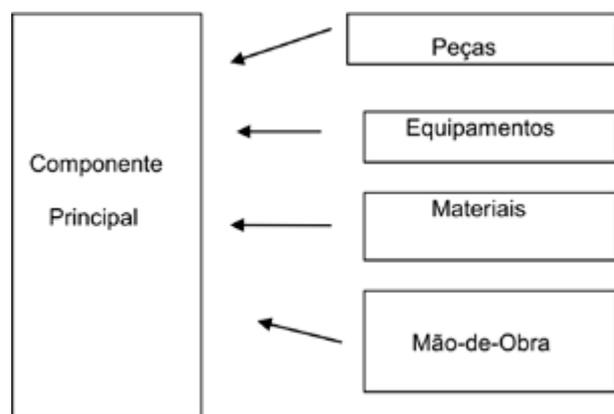


Figura 3.3 Arranjo Físico Posicional ou por Posição Fixa

Uma solução mais atual, em função da redução dos tempos de *setup* e da necessidade em reduzir o tamanho dos lotes na busca da flexibilidade é a utilização do **arranjo físico celular** que utiliza a filosofia da tecnologia de grupo. Esta filosofia, segundo LORINI (1993), procura obter vantagens da similaridade das peças fabricadas em pequenos lotes, tratando-as em conjunto, como se fosse uma produção em massa. Para SLACK *et al* (1999) o arranjo físico celular objetiva trazer alguma ordem para a complexidade de fluxo que caracteriza o arranjo físico por processo. O livro de

TUBINO (1999) descreve que um conjunto de células pode fisicamente estar agrupada em uma chamada mini-fábrica focalizando a produção, ao invés de departamentos, produzindo os itens como se fosse um processo contínuo.

Para CONTADOR (1995) há quatro tipos de células de manufatura que são: células por produto com predominância da máquina (a disposição das máquinas obedece às etapas do processamento de um produto ou de uma família de produtos, devendo o ciclo de produção ser realizado dentro de uma área restrita de trabalho); célula por produto com predominância do homem (semelhante ao tipo anterior, mas com a predominância do trabalho humano); célula por processo (há o agrupamento de duas ou mais máquinas do mesmo tipo para serem operadas por um ou mais operadores, devendo elas estar dispostas de tal forma que minimizem os deslocamentos dos operadores); e, células por posição fixa do produto (é caracterizada pela colocação do produto numa posição fixa), onde este deve ser confeccionado por um grupo de operários a sua volta, de modo que as atividades da produção sejam planejadas pelo grupo de trabalhadores de cada célula. Como se observou, CONTADOR (1995) classifica as células de forma semelhante aos tipos de arranjos físicos para os processos de produção contínua e em massa, para os processos repetitivos em lotes e para os processos por projeto. A novidade é a visão dentro da tecnologia de grupo e da focalização da produção, com a utilização de grupos de trabalhadores multifuncionais, alocados em áreas restritas da produção, tornando o ambiente mais flexível, social e produtivo (Figura 3.4).

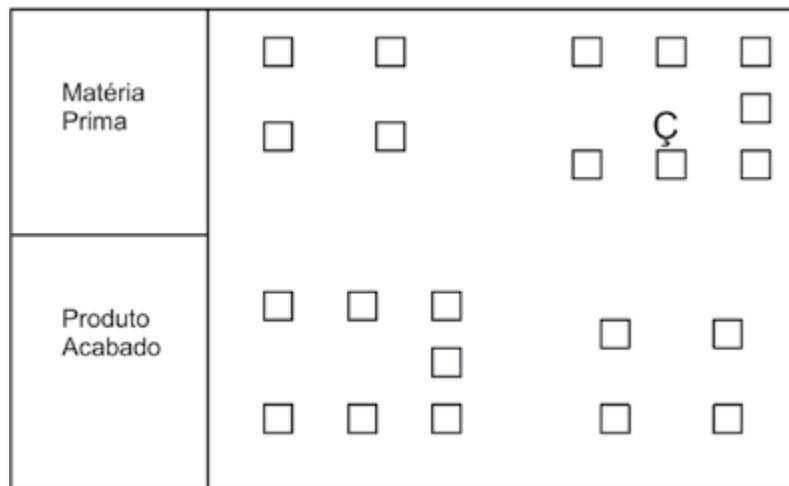


Figura 3.4 Arranjo Físico Celular

Existem diversos métodos para a formação de famílias de peças, porém, os mais conhecidos atualmente são: inspeção visual; análise do fluxo de produção (AFP) e classificação por um código. O método de inspeção visual consiste no agrupamento dos elementos similares através da análise visual de suas características, seguindo-se a determinação das quantidades e tipos de máquinas para formação dos grupos e sua disposição física. O método do fluxo de produção (AFP), segundo GONÇALVES FILHO (1982) desenvolve-se em quatro etapas: análise do fluxo da fábrica (para simplificar o fluxo entre os departamentos produtivos); análise de grupo (para obter grupos de máquinas necessários ao processamento das diversas famílias de peças); análise de linha (para alocar as máquinas do grupo em um espaço disponível); e, análise de ferramental (para minimizar os tempos de preparação das máquinas a partir da determinação da melhor seqüência de carregamento dessas máquinas). O método de classificação por um código, segundo LORINI (1993), pressupõe um sistema de codificação

quer seja de propósito geral quer seja específico, que permita a codificação das peças por atributos geométricos, de processo, ou outros, de modo claro e preciso, e bem representados.

3.4 Objetivos do arranjo físico

O objetivo principal da elaboração do arranjo físico é a elevação da produtividade com conforto, segurança, qualidade e preservação do meio ambiente.

Entretanto, é comum estabelecer-se uma série de objetivos secundários que concorrem para a redução de custos e aumento de produção através de:

- **Aumento da Moral e Satisfação no Trabalho**
 - ⇒ Ordem
 - ⇒ Limpeza
 - ⇒ Sanitários
 - ⇒ Ponto
- **Incremento da Produção**
 - ⇒ Melhor fluxo
- **Redução das Demoras**
 - ⇒ Balanceamento
- **Economia do Espaço**
 - ⇒ Menor quantidade de material em processo
 - ⇒ Distâncias minimizadas
 - ⇒ Disposição racional das seções
- **Redução de Manuseio**
 - ⇒ Utilização da mecanização no processo produtivo

- **Maior Utilização do Equipamento, Mão-de-Obra e Serviços**
 - ⇒ Reduzindo distancias, tempos improdutivo
- **Redução do material em Processo**
 - ⇒ Balanceamento
- **Redução do Tempo de Manufatura**
 - ⇒ Reduzindo demoras e distâncias
- **Redução dos Custos Indiretos**
 - ⇒ Com linhas de usinagem, onde o material se move quase sem administração
 - ⇒ Melhor e mais fácil supervisão
 - ⇒ Menor congestionamento e confusão

3.5 Princípios e recomendações

Para atingir os seus objetivos, o arranjo físico deve obedecer a alguns princípios gerais e a algumas recomendações como se verá a seguir:

1º Princípio: da Integração

Estabelece que os diversos elementos que compõem as instalações industriais devem estar harmonicamente integrados, pois a falha de qualquer um deles resultara numa ineficiência global. Ou seja, devem estar dotados de absoluta unidade de propósitos.

Pode-se fazer aqui a comparação do *layout* com uma corrente: a resistência da corrente é aquela do seu elo mais fraco. Rompido este, a corrente deixa de funcionar como unidade.

Por este princípio, deve-se estudar os pequenos pormenores da fábrica, pois esta é considerada como uma unidade composta de uma série de elementos que devem estar devidamente entrosados, visando à eficiência de produção.

2º Princípio: da Mínima Distância

O transporte não acrescenta valor ao produto. Maior distância percorrida pelos materiais em processamento, além de aumentar as possibilidades de defeitos e/ou acidentes e tornar mais complexa a administração dos materiais em trânsito, eleva os custos de processamento.

Assim, as distâncias devem ser reduzidas ao mínimo sem prejudicar o conforto e a segurança para evitar esforços inúteis, confusões e custos maiores.

3º Princípio: da obediência ao Fluxo de Operações

Este é o princípio que predomina no arranjo físico linear ou por produto. Deve-se dispor materiais, equipamentos e pessoas, de modo a possibilitar um fluxo contínuo, sem retrocessos, interrupções e cruzamentos e de acordo com a seqüência do processo de manufatura.

A imagem ideal a ser perseguida, neste caso, é a do rio com seus afluentes.

4º Princípio: do Uso das 3 Dimensões

Ao se utilizar a dimensão vertical, reduz-se a necessidade total de espaço, levando a redução de investimento em edificações com a conseqüente redução de custos. Deve-se ter em mente que os itens a serem arranjados na realidade ocupam um certo volume, e não uma determinada área. Deve-se pensar na utilização de porões, subsolos, transportes por via aérea, etc.

5º Princípio: da Satisfação e Segurança

Quanto mais satisfação e segurança um arranjo físico proporcionar aos seus usuários, maior será a sensação de bem estar dos usuários. Existem especialistas que consideram este como o princípio principal do arranjo físico, com a argumentação de que se a satisfação e segurança são atendidas, o estudo é aceito e, se aceito, o arranjo físico é triunfante.

6º Princípio: da Flexibilidade

Característica principal do *layout* departamental, este é um princípio que, notadamente na atual condição de concorrência globalizada, deve ser atentamente considerado pelo homem do arranjo físico.

São freqüentes e rápidas as necessidades de mudanças do projeto do produto e dos processos, dos métodos e dos sistemas de trabalho. A falta de atenção a essas alterações pode levar uma fábrica rapidamente ao obsolescimento.

Na obediência a este princípio deve-se considerar que as condições vão mudar e que o arranjo físico deve seguir as condições atuais e futuras.

Da mesma forma, o planejamento de um bom arranjo físico deve seguir seis recomendações gerais conforme descrito em seguida.

1ª Recomendação: Planeje o Todo o Depois o Detalhe

Estuda-se a fábrica como um todo, pensando em seus aspectos mais amplos: localização no terreno; comunicação com o exterior; e, a localização dos departamentos produtivos.

Não se deve esquecer do princípio da integração e também que, se não se tiver uma idéia ampla desenvolvida de início, dificilmente se terá o edifício como um conjunto ordenado e lógico de elementos, dotado de absoluta unidade de propósitos.

Inexistindo o plano geral, o perigo é se perder em detalhes que não assegurarão o princípio da integração.

2ª Recomendação: Planeje o Ideal e Depois o Prático

Não se devem reconhecer as limitações ao estudo logo de início.

Deve-se planejar com liberdade, pois as dificuldades inicialmente existentes poderão, inclusive, ser removidas, se no estudo ideal se mostrar vantajoso removê-la.

Consideradas de início as limitações, o projetista nunca saberá a solução ideal para o problema. Após possuir o plano ideal deve-se então, adapta-lo à prática e introduzir as limitações, sem alterar a sua essência.

Outro aspecto importante é que, assim procedendo, o projetista terá uma idéia da eficiência da solução prática em relação a ideal. E poderá alterar a sua adaptação até que se apresente com a eficiência desejada.

3ª Recomendação: Planeje para o futuro

A fábrica deve ser projetada também para o futuro.

Deve-se dota-la de condições de expansão, e projetá-la vendo essas ampliações. Ou seja, projetar o empreendimento considerando as ampliações decorrentes do crescimento e de alterações tecnológicas.

O projeto deve buscar uma fábrica flexível com terreno amplo e tornar o edifício facilmente expansível.

4ª Recomendação: Procure a Idéia de Todos

O arranjo físico possui relações com todos os departamentos da fábrica e, devido a enorme diversidade dos conhecimentos envolvidos, todos devem propor idéias que aperfeiçoem as soluções encontradas.

Também não é privilégio do homem de arranjo físico ter boas idéias: cabe a ele recolher as sugestões, analisa-las, colocando-as em concordância com o plano geral. Ele dispõe de uma metodologia de elaboração devendo possuir capacidade de comprometer os diversos profissionais com o estudo a ser desenvolvido.

Outro aspecto importante é que a coleta dessas sugestões, e a discussão da idéia de todos, cria partidários do plano que serão úteis à hora de venda e introdução da solução.

5ª Recomendação: Utilize os Melhores Elementos de Visualização

Deve-se utilizar gráficos, tabelas, fluxogramas, plantas, modelos bi e tri dimensionais, enfim todos os recursos para facilitar a compreensão do plano e que ajudem na sua venda.

6ª Recomendação: Prepare-se para Vender a Idéia

Nada existe em sentido industrial, se não houver venda. Isto também é válido para o arranjo físico: o melhor plano simplesmente não será aprovado se não for capaz de convencer o grupo de pessoas que certamente serão os responsáveis pela decisão de que se trata de um bom arranjo.

Deve-se utilizar, então, de todos os recursos para a venda da idéia: apresentação; contato; boas relações humanas; psicologia de vendas; ou seja, tudo aquilo que, no final, possa ser útil à aprovação do estudo.

3.6 Metodologia de elaboração de arranjos físicos industriais

A tarefa de se elaborar um arranjo físico industrial é muito complexa uma vez que existe uma grande quantidade de fatores que o influenciam, são relevantes e altamente interdependentes. Esta dificuldade é também lembrada em MÜTHER (1985) “As falhas no arranjo físico devem-se ao fato que consideram-se vários fatores e priorizam-se certos aspectos em detrimento de outros”.

Em 1961, com a publicação do Systematic Layout Planning, Müther reuniu todas as idéias sobre arranjo físico, até então existentes, e elaborou o seu Planejamento de Arranjo Físico Sistemático (SLP), que consiste em um modelo de procedimentos sistemáticos em busca de um arranjo físico teoricamente ótimo, não ideal, pois, por meio das limitações práticas e das considerações de mudança, o arranjo físico ideal é ajustado e transformado no arranjo

físico ótimo. O SLP de Müther tem recebido algumas críticas por ser considerado sistemático e mecânico em demasia.

MACHLINE (1979) declara que todo o planejamento deve ser feito em função do fluxo de material, desprezando a inter-relação do mesmo com os serviços de apoio. O mesmo procedimento adota MOORE (1980). Certamente, tais autores não desconhecem a influência dos serviços de apoio na elaboração de arranjo físico, apenas os consideram sem importância em suas publicações.

De um modo geral, a elaboração de um arranjo físico pode ser classificada em dois grupos (YAMAN, GETHIN e CLARKE, 1993):

- Soluções construtivas;
- Soluções de aperfeiçoamento.

As primeiras correspondem às técnicas sistemáticas citadas em OLIVÉRIO (1985) e que se caracterizam pela elaboração do arranjo físico a partir da localização de departamentos que possuem inter-relações mais fortes, indo até departamentos de inter-relações desprezíveis ou mesmo indesejáveis. O arranjo físico, portanto, é construído com a união gradativa de departamentos.

À categoria das soluções de aperfeiçoamento correspondem as técnicas otimizantes, também citadas por OLIVÉRIO (1985), que partem de um arranjo físico inicial e o submete a processos heurísticos (tentativa e erro) em busca das soluções alternativas ótimas.

Os trabalhos de HARMONOSKY e TOTHERO (1992) mostram que as melhores alternativas de arranjo físico não são as obtidas nem por construção, nem por aperfeiçoamento. As melhores soluções são aquelas obtidas pela combinação dos dois processos, dependendo da qualidade do arranjo físico inicial (construído) e da qualidade do método heurístico empregado.

Ao longo do tempo surgiram novos métodos, novas ferramentas e novas técnicas que se propõem a facilitar a elaboração de um arranjo físico, principalmente com a utilização de algoritmos: ótimo; heurístico; construtivo; de melhoramento; híbridos; e, genéticos (IVANQUI, 1997). Entretanto, a metodologia de ela-

boração permanece a mesma, conforme estabelecida na obra de OLIVÉRIO (1985), como combinação das soluções construtivas e de aperfeiçoamento.

Para atender a obediência ao princípio da integração, inicia-se pela elaboração de um arranjo físico geral (os diversos departamentos que compõem a empresa), em seguida passa-se a elaboração de arranjos físicos detalhados (o arranjo físico de cada departamento específico), retornando-se para o arranjo físico geral para se proceder a alguns ajustes.

No caso do Arranjo Físico Celular, a elaboração do Arranjo Físico detalhado é submetida a um processo semelhante aos dos Arranjos Físicos descritos no parágrafo anterior, incorporando um método para a formação de famílias de peças: inspeção visual; de análise do fluxo de produção (AFP); ou de classificação por um código.

Assim, concluído cada arranjo físico detalhado, volta-se para o arranjo físico geral fazendo-se os ajustes que se sentirem necessários. A ilustração dessa metodologia (OLIVÉRIO, 1985) pode ser vista na Figura 3.5.

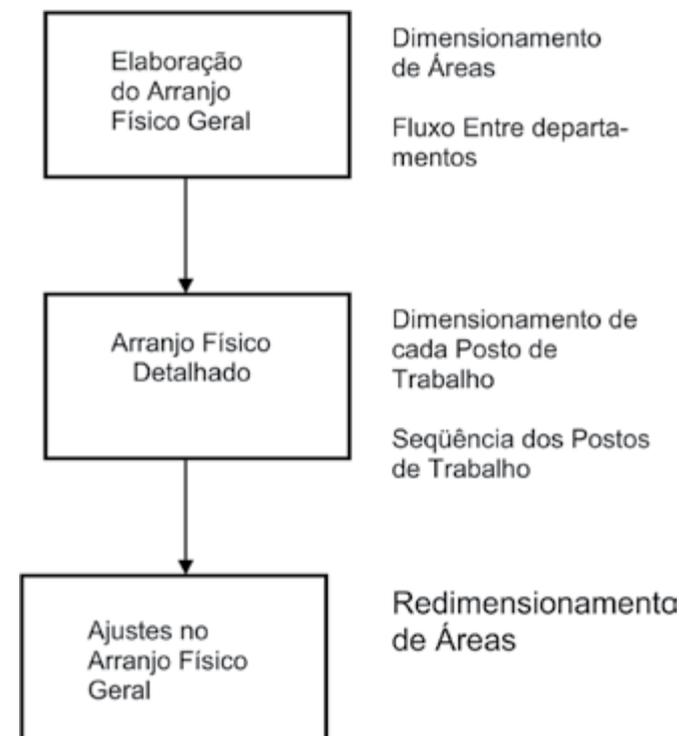


Figura 3.5 Metodologia de Elaboração de Arranjos Físicos

Esta metodologia (Figura 3.5), que tem por pano de fundo os princípios e recomendações ao estudo do Arranjo Físico, será a adotada nesta publicação, com aperfeiçoamentos incluídos em cada uma das três etapas apresentadas: Arranjo Físico Geral, Arranjo Físico Detalhado e Ajustes no Arranjo Físico Geral.

3.7 Resumo

Como todo conhecimento, o conceito de arranjo físico vem sendo adaptado às necessidades de cada época, podendo se identificar esta evolução em três fases distintas.

A primeira fase, anterior a década de 50, caracteriza-se pela apresentação de estudos de casos e aplicações isoladas que não contêm métodos sistemáticos de abordagem do assunto.

A segunda fase, situada nas décadas de 50-60, é a mais fértil no desenvolvimento dos conceitos e princípios fundamentais da teoria sobre arranjo físico. Como definições oficiais de arranjo físico tem-se a da ASME (“o arranjo de itens em certa área. Estes itens podem incluir estradas, [...], departamentos, equipamentos, [...], peças, corredores e outros objetos. [...]”) e a do International Labour Office, localizado em Genebra.

Já a definição do International Labour Office (*apud* MACHLINE, 1979) para arranjo físico é: “a posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de trabalho, das máquinas, dos pontos de armazenamento, e do trabalho manual ou intelectual dentro de cada departamento ou seção, dos meios de suprimento e acesso às áreas de armazenamento e de serviços, tudo relacionado dentro do fluxo do trabalho”.

Finalmente, da década de 70 até os dias de hoje, tem-se a terceira fase de desenvolvimento do estudo de arranjo físico. Os mesmos autores da segunda fase lançam no mercado programas computacionais para a solução de problemas específicos de arranjo físico.

Nesta publicação adotar-se-á a conceituação do OLIVÉRIO (1985) que define arranjo físico como um estudo sistemático que procura uma **combinação ótima** das instalações industriais que concorrem para a produção, dentro de um espaço disponível.

Antecedem o estudo do *layout* a definição do roteiro da produção (a estrutura do produto acabado, a relação geral de peças, seqüência de operações, folha de matéria prima e os postos de trabalho), os serviços de suporte (manutenção, reparo de máquinas, ferramentaria, plataformas de descarga, áreas de armazenamento, etc), e o plano de produção.

Para obter a combinação ótima, deve-se encontrar uma forma de medir a eficiência das soluções encontradas. Sob o pon-

to de vista do homem do arranjo físico, ora será a segurança o fator mais importante, ora serão as condições ambientais, ora a estética do conjunto, ou a obtenção de um fluxo racional.

Pode-se assegurar o seguinte: quando o estudo é necessário, mais compensador é realizar um bom estudo. O custo de um arranjo físico bem estudado é superior àquele mal estudado, sem dúvidas, mas este irá afetar continuamente o custo da produção, encarecendo o produto. Um bom estudo, na maioria das vezes, rapidamente se paga.

Nos processos contínuos, quando existe produção de bens e serviços com elevada uniformidade, levando os produtos e os processos produtivos a total interdependência, favorecendo a automação e não existindo flexibilidade no sistema, utiliza-se o **arranjo físicolinear ou por produto**, em que a disposição física das máquinas e equipamentos obedece, em certa medida, o fluxo do processo produtivo.

Por sua vez, nos processos empregados na produção em grande escala de produtos altamente padronizados, como processos repetitivos em massa, a demanda pelos produtos é normalmente estável, fazendo com que seus projetos tenham poucas alterações no curto prazo, o que possibilita, semelhantemente a produção contínua, a montagem de uma estrutura produtiva altamente especializada e pouco flexível, onde os altos investimentos possam ser amortizados durante um longo prazo. O tipo de **arranjo físico é também o linear ou por produto**.

Os processos repetitivos em lotes são aqueles característicos da produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados, sendo que cada lote segue uma seqüência de operações diferenciada que necessita ser programada à medida que as operações anteriores forem realizadas. O sistema produtivo é flexível, empregando equipamentos universais e mão de obra polivalente, objetivando atender diferentes pedidos dos clientes e flutuações da demanda. Este tipo de processo produtivo requer um **arranjo**

físico funcional ou departamental onde máquinas e equipamentos que realizam operações semelhantes localizam-se em um mesmo espaço físico.

Os processos por projeto têm por finalidade o atendimento de uma necessidade específica do cliente, com todas as suas atividades voltadas para esta meta. O produto tem uma data específica para ser concluído e, uma vez concluído, o sistema produtivo se volta para um novo projeto. Os produtos são concebidos em estreita ligação com os clientes, de modo que suas especificações impõem uma organização dedicada ao projeto. Exige-se alta flexibilidade dos recursos produtivos, normalmente à custa de certa ociosidade, enquanto a demanda por bens ou serviços não ocorrer. Este tipo de produção, processo por projeto, quando industrializa produtos que devido ao seu volume ou peso impossibilitam seu deslocamento ao longo de postos de trabalho (navios, aviões, componentes de usinas hidroelétricas, construção civil etc), requer o **arranjo físico posicional ou por posição fixa**, onde materiais, máquinas, equipamentos e pessoas se deslocam para o produto em processo de fabricação.

Uma solução mais atual, em função da redução dos tempos de *setup* e da necessidade em reduzir o tamanho dos lotes na busca da flexibilidade é a utilização do **arranjo físico celular** que utiliza a filosofia da tecnologia de grupo. Esta filosofia procura obter vantagens da similaridade das peças fabricadas em pequenos lotes, tratando-as em conjunto, como se fosse uma produção em massa.

Para CONTADOR (1995) há quatro tipos de células de manufatura que são: células por produto com predominância da máquina (a disposição das máquinas obedece às etapas do processamento de um produto ou de uma família de produtos, devendo o ciclo de produção ser realizado dentro de uma área restrita de trabalho); célula por produto com predominância do homem (semelhante ao tipo anterior, mas com a predominância

do trabalho humano); célula por processo (há o agrupamento de duas ou mais máquinas do mesmo tipo para serem operadas por um ou mais operadores, devendo elas estar dispostas de tal forma que minimizem os deslocamentos dos operadores); e, células por posição fixa do produto (é caracterizada pela colocação do produto numa posição fixa), onde este deve ser confeccionado por um grupo de operários a sua volta, de modo que as atividades da produção sejam planejadas pelo grupo de trabalhadores de cada célula.

Existem diversos métodos para a formação de famílias de peças, porém, os mais conhecidos atualmente são: inspeção visual; análise do fluxo de produção (AFP) e classificação por um código.

O objetivo principal da elaboração do arranjo físico é a elevação da produtividade com conforto, segurança, qualidade e preservação do meio ambiente.

Entretanto, é comum estabelecer-se uma série de objetivos que concorrem para a redução de custos e aumento de produção através de: Aumento da Moral e Satisfação no Trabalho; Incremento da Produção; Redução das Demoras; Economia do Espaço; Redução de Manuseio; Maior Utilização do Equipamento, Mão-de-Obra e Serviços; Redução do material em Processo; Redução do Tempo de Manufatura; Redução dos Custos Indiretos.

Para atingir os seus objetivos, o arranjo físico deve obedecer a alguns princípios gerais e a algumas recomendações. Princípios: da Integração, da Mínima Distância, da Obediência ao Fluxo de Operações, do Uso das 3 Dimensões, da Satisfação e Segurança e da Flexibilidade. Recomendações: Planeje o Todo o Depois o Detalhe, Planeje o Ideal e Depois o Prático, Planeje para o futuro, Procure a Idéia de Todos, Utilize os Melhores Elementos de Visualização e Prepare-se para Vender a Idéia.

A tarefa de se elaborar um arranjo físico industrial é muito complexa uma vez que existe uma grande quantidade de fatores que o influenciam, são relevantes e altamente interdependentes.

De um modo geral, a elaboração de um arranjo físico pode ser classificada em dois grupos (YAMAN, GETHIN e CLARKE, 1993):

- Soluções construtivas;
- Soluções de aperfeiçoamento.

As primeiras correspondem às técnicas sistemáticas citadas em OLIVÉRIO (1985) e que se caracterizam pela elaboração do arranjo físico a partir da localização de departamentos que possuem inter-relações mais fortes, indo até departamentos de inter-relações desprezíveis ou mesmo indesejáveis. O arranjo físico, portanto, é construído com a união gradativa de departamentos.

À categoria das soluções de aperfeiçoamento correspondem as técnicas otimizantes, também citadas por OLIVÉRIO (1985), que partem de um arranjo físico inicial e o submete a processos heurísticos (tentativa e erro) em busca das soluções alternativas ótimas.

Os trabalhos de HARMONOSKY e TOTHERO (1992) mostram que as melhores alternativas de arranjo físico não são as obtidas nem por construção, nem por aperfeiçoamento. As melhores soluções são aquelas obtidas pela combinação dos dois processos, dependendo da qualidade do arranjo físico inicial (construído) e da qualidade do método heurístico empregado.

Ao longo do tempo surgiram novos métodos, novas ferramentas e novas técnicas que se propõem a facilitar a elaboração de um arranjo físico, principalmente com a utilização de algoritmos: ótimo; heurístico; construtivo; de melhoramento; híbridos; e, genéticos (IVANQUI, 1997). Entretanto, a metodologia de elaboração permanece a mesma, conforme estabelecida na obra de OLIVÉRIO (1985), como combinação das soluções construtivas e de aperfeiçoamento.

Para atender a obediência ao princípio da Integração, inicia-se pela elaboração de um arranjo físico geral (os diversos departamentos que compõem a empresa), em seguida passa-se a elaboração de arranjos físicos detalhados (o arranjo físico de cada departamento específico), retornando-se para o arranjo físico geral para se proceder a alguns ajustes.

No caso do Arranjo Físico Celular, a elaboração do Arranjo Físico detalhado é submetida a um processo semelhante aos dos Arranjos Físicos descritos no parágrafo anterior, incorporando um método para a formação de famílias de peças: inspeção visual; de análise do fluxo de produção (AFP); ou de classificação por um código.

Assim, concluído cada arranjo físico detalhado, volta-se para o arranjo físico geral fazendo-se os ajustes que se sentirem necessários. Esta metodologia, que tem por pano de fundo os princípios e recomendações ao estudo do Arranjo Físico, será a adotada nesta publicação, com aperfeiçoamentos incluídos em cada uma das três etapas apresentadas: Arranjo Físico Geral, Arranjo Físico Detalhado e Ajustes no Arranjo Físico Geral.

3.7 Questionário

3.10.1 Arranjo Físico é a disposição racional das máquinas e equipamentos que assegure o funcionamento de uma linha de usinagem, sem retrocessos e com mínimas distâncias.

Esta definição está:

- a) certa;
- b) errada;
- c) incompleta.

3.10.2 O melhor *layout* é aquele que permite:

- a) melhor segurança no trabalho;
- b) melhores condições ambientais;
- c) melhor estética do conjunto;
- d) obtenção de um fluxo mais racional;
- e) depende do ponto de vista do *plantlayoutman*.

3.10.3 Assinale as situações em que se faz necessário um estudo de *layout*:

- a) novos produtos a serem fabricados;
- b) alteração no processo de fabricação;

- c) acidentes de trabalho freqüentes;
- d) excesso de produtos danificados.

3.10.4 Faça a concordância do objetivo do Arranjo Físico com seu pré-requisito:

<input type="checkbox"/> Aumento da Moral e Satisfação no Trabalho	<input type="checkbox"/> Distâncias Minimizadas
<input type="checkbox"/> Incremento da Produção	<input type="checkbox"/> Mecanização
<input type="checkbox"/> Redução das Demoras	<input type="checkbox"/> Reduzindo Tempos Improdutivos
<input type="checkbox"/> Economia do Espaço	<input type="checkbox"/> Ordem e Limpeza
<input type="checkbox"/> Redução do Manuseio	<input type="checkbox"/> Melhor Fluxo
<input type="checkbox"/> Maior Utilização das Instalações	<input type="checkbox"/> Balanceamento
<input type="checkbox"/> Redução do Material em Processo	<input type="checkbox"/> Distâncias Minimizadas
<input type="checkbox"/> Redução do Tempo de Manufatura	<input type="checkbox"/> Disposição Racional das Seções
<input type="checkbox"/> Redução dos Custos Indiretos	<input type="checkbox"/> Menor Congestionamento

3.10.5 O princípio da integração preceitua que materiais, equipamentos e pessoas, deve-se dispor e movimentarem-se em fluxo contínuo e de acordo com a seqüência do processo de manufatura.

Esta definição está:

- (a) certa;
- (b) errada;
- (c) incompleta.

3.10.6 Ao se recomendar que se deve planejar o todo e depois o detalhe está se levando em conta principalmente o princípio da:

- (a) integração;
- (b) mínima distancia;
- (c) flexibilidade.

3.10.7 Ao planejar um *layout* “ideal” o projetista nunca deverá adaptá-lo à prática nem introduzir limitações para não distorcer o seu estudo.

Esta definição está:

- (a) certa;
- (b) errada;
- (c) incompleta.

3.10.8 Ao se recomendar que se deve planejar para o futuro está se levando em consideração principalmente o princípio da:

- (a) integração;
- (b) mínima distancia;
- (c) flexibilidade.

3.10.9 Faça a correspondência entre a característica predominante do *layout* e sua denominação teórica:

Arranjo Posicional	Adequado para associar flexibilidade e produtividade
Arranjo Funcional	Adequado para empresa de pequeno porte financeiro
Arranjo Linear	Adequado para produtos de grande peso e/ou volume
Arranjo Celular	Adequado para grandes produções

3.10.10 Os trabalhos de HARMONOSKY e TOTHERO (1992) mostram que as melhores alternativas de arranjo físico não são as obtidas pela combinação dos dois processos, dependendo da qualidade do arranjo físico inicial (construído) e da qualidade do método heurístico empregado.

Esta afirmativa está:

- a) certa;
- b) errada;
- c) incompleta.

3.10.11 Enumere as três etapas que compõem a metodologia adotada nesta publicação para elaborar o arranjo físico.

- () arranjo físico detalhado;
- () ajuste no arranjo físico;
- () arranjo físico geral.

Capítulo 4

ARRANJO FÍSICO GERAL: ESTIMATIVA DE ÁREAS

O correto dimensionamento de áreas é um dos problemas mais trabalhosos com que se defronta o homem do arranjo físico.

A experiência recomenda a divisão em duas etapas.

Este capítulo, refere-se a primeira etapa do modelo proposto de elaboração de arranjos físicos industriais, a elaboração do arranjo físico geral e especificamente a estimativa de áreas.

Para a elaboração do arranjo físico geral preliminar, faz-se necessário o conhecimento das áreas que compõem a empresa em questão, antes de se ter o conhecimento detalhado de cada departamento.

Inicia-se com o dimensionamento da área do centro de produção utilizando-se o método de Guerchet. Em seguida, determinam-se as áreas necessárias para circulação, para escritórios, para instalações sanitárias, vestiários, refeitórios e cozinhas.

É estudado em quatro níveis: dimensionamento da área do centro de produção, dimensionamento da área do conjunto de centros de produção, dimensionamento da área do departamento e dimensionamento da área da fábrica.

4.1 Estimativa de áreas dos centros de trabalho

Para o dimensionamento das áreas dos postos de trabalho sugere-se um dimensionamento pouco preciso utilizando-se o método de Guerchet. A pouca precisão não causará danos a metodologia proposta, uma vez que a razão do arranjo físico geral é preservar o princípio da integração entre todas as instalações industriais. As áreas serão dimensionadas de forma definitiva por ocasião da elaboração do arranjo físico detalhado.

Pelo método de Guerchet, segundo OLIVÉRIO (1985), a área que um dado elemento ocupa é tomada como a soma das três superfícies descritas a seguir:

a) Superfície Estática: Se

É a superfície que o equipamento projeta na superfície horizontal.

b) Superfície De Utilização: Su

É a área necessária em torno do posto de trabalho para utilização pelo operário e para depósito de material necessário à execução das operações. Toma-se esta superfície como sendo estática (Se) multiplicada pelo número de lados utilizados pelo operador ou para depósito de material (N), ou seja;

$$Su = N \times Se$$

c) Superfície De Circulação: Sc

É a área necessária para a circulação de materiais entre postos de trabalho. Para seu cálculo toma-se a fórmula:

$$Sc = K(Su + Se),$$

onde K ; é o coeficiente de circulação que, dependendo do equipamento utilizado para o transporte do material, pode variar entre 0,05 a 3.

A superfície total (St) é a soma das três superfícies anteriormente definidas:

$$St = Se + Su + Sc = Se (1 + N) (1 + K).$$

4.2 Estimativa das áreas de circulação

Neste item serão descritos os procedimentos para a estimativa das principais áreas reservadas para circulações.

Numa fábrica existem dois tipos de circulação: departamentais e principais. As circulações departamentais são voltadas para homens e materiais dentro do Departamento, enquanto as principais são interdepartamentais, se usam para o transporte de um departamento para outro, a entrada e a saída da fábrica.

No caso das circulações internas, evidentemente, o que vai determinar a largura dos corredores dedicados à circulação são as dimensões dos equipamentos de transporte. A título de facilitar a elaboração de trabalhos escolares, transcrevem-se na Tabela 4.1 as necessidades de circulação mais freqüentes para passagens internas industriais.

Tabela 4.1 Dimensões para Passagens Internas Industriais

Tipo de Tráfego	Sentidos		Recipiente (m)	Circulação (m)
	1	2		
Pessoas		x		0,9
Pessoas e Carrinhos Manuais	x		0,8	1,2
Empilhadeiras	x		1,2	2,4
Empilhadeiras		x	2,4	3,3
Tratores		x	2,4	3,6

Para as circulações principais utilizam-se 3 a 6 metros de largura como as distâncias entre os diversos blocos que compõem a fábrica, dependendo do tamanho da fábrica e do tipo de veículo empregado para transporte.

Quando a separação em blocos objetiva o isolamento de riscos de incêndio, é recomendado um distanciamento de, no mínimo, 8 metros (IRB, 1997).

4.3 Áreas para escritórios

As escrivaninhas variam de 100 cm de comprimento (pequena mesa para colocação de uma impressora) a 150 cm para escrivaninhas padronizadas. A largura variada 70 a 80 cm. À distância entre uma escrivaninha e outra deve ser de 50 cm no mínimo.

Cada fileira de arquivos encostados à parede precisa de um espaço de 200 cm de largura a contar da parede, contando-se a área da gaveta aberta e da pessoa.

Cada empregado, incluindo a área da escrivaninha, cadeira e passagens, precisa, em média de 4,5 a 6,5 m² de área (FUNDACENTRO, 1981).

4.4 Áreas para instalações sanitárias

Entende-se por instalações sanitárias ou aparelho sanitário: o equipamento ou as peças destinadas ao uso de água para fins higiênicos ou a receber águas servidas (banheira, mictório, bebedouro, lavatório, vaso sanitário e outros).

O gabinete sanitário, também denominado de latrina, retrete, patente, cafoto, sentina, privada ou WC é o local destinado a fins higiênicos e dejeções.

O banheiro consiste do conjunto de peças ou equipamentos que compõem determinada unidade e destinado ao asseio corporal.

Haverá em todos os estabelecimentos de trabalho instalações sanitárias para ambos os sexos, nas seguintes proporções mínimas (MINISTÉRIO DE TRABALHO - NR 24):

a) É considerada satisfatória a metragem de 1,00 m² (um metro quadrado) para cada sanitário, por 20 (vinte) operários em atividade.

b) Os lavatórios, espaçados em 0,60 m (sessenta centímetros), devem dispor de uma torneira de metal para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores, exceto em atividades insalubres ou nos trabalhos com exposição a substâncias tóxicas, irritantes, infectantes, alergizantes, poeiras ou substâncias que provoquem sujeidade, quando será exigido um lavatório para cada 10 (dez) trabalhadores.

c) Para os banheiros será exigido um chuveiro para dez trabalhadores nas atividades ou operações insalubres, ou nos trabalhos com exposição a substâncias tóxicas, irritantes, infectantes, alergizantes, poeiras ou substâncias que provoquem sujeidade, e nos casos em que estejam expostos a calor intenso.

d) No mictório do tipo calha, de uso coletivo, cada segmento, no mínimo de 0,60m (sessenta centímetros), corresponderá a um mictório do tipo cuba.

e) Quando os estabelecimentos dispuserem de instalações de privadas ou mictórios anexos às diversas seções fabris, devem os respectivos equipamentos ser computados no cálculo das necessidades.

e) As paredes dos sanitários e banheiros deverão ser construídos em alvenaria de tijolo comum ou de concreto e revestidas com material impermeável e lavável. Da mesma forma, os pisos deverão ser impermeáveis, laváveis, de acabamento liso, inclinado para os ralos de escoamento providos de sifões hidráulicos.

f) Os gabinetes sanitários devem ser instalados em compartimentos individuais; separados com paredes divisórias com altura mínima de 2,10 m (dois metros e dez centímetros) e o bordo inferior não poderá situar-se a mais de 0,15 m (quinze centímetros) acima do pavimento; ser ventilados para o exterior; e, cada grupo de gabinete sanitário deve ser instalado em local independente, dotado de antecâmara.

4.5 Áreas para vestiários

Segundo a NR 24 do Ministério do Trabalho, em todos os estabelecimentos industriais e naqueles em que a atividade exija troca de roupas, ou seja, imposto o uso de uniforme ou guarda-pó, haverá local apropriado para vestiário dotado de armários individuais, observada a separação de sexos.

Por sua vez, a área de um vestiário será dimensionada em função de um mínimo de 1,50 m² (um metro quadrado e cinqüenta centímetros) para 1 (um) trabalhador. Já os armários de compartimentos duplos terão as seguintes dimensões mínimas:

a) 1,20 m (um metro e vinte centímetros) de altura por 0,30 m (trinta centímetros) de largura e 0,40 m (quarenta centímetros) de profundidade, com separação ou prateleira, de modo que um compartimento, com a altura de 0,80 m (oitenta centímetros), se destine a abrigar a roupa de uso comum e o outro compartimento, com altura de 0,40 m (quarenta centímetros) a guardar a roupa de trabalho; ou

b) 0,80 m (oitenta centímetros) de altura por 0,50 m (cinqüenta centímetros) de largura e 0,40 m (quarenta centímetros) de profundidade, com divisão no sentido vertical, de forma que os compartimentos, com largura de 0,25 m (vinte e cinco centímetros), estabeleçam, rigorosamente, o isolamento das roupas de uso comum e de trabalho.

c) Os armários de um só compartimento terão as dimensões mínimas de 0,80 m (oitenta centímetros) de altura por 0,30 m (trinta centímetros) de largura e 0,40 m (quarenta centímetros) de profundidade.

4.6 Áreas para refeitórios

Cada refeitório obedecerá aos seguintes requisitos (MINISTÉRIO DE TRABALHO - NR 24):

a) área mínima de 1,00 m² (um metro quadrado) por usuário, abrigando, de cada vez, 1/3 (um terço) do total de empregados por turno de trabalho, sendo este turno o que tiver maior número de empregados;

b) a circulação principal deverá ter a largura mínima de 0,75 m (setenta e cinco centímetros), e a circulação entre bancos e banco/parede deverá ter a largura mínima de 0,55 m (cinqüenta e cinco centímetros);

c) deverá ter piso impermeável, revestido de material lavável, ter paredes revestidas com material liso, resistente e impermeável, até a altura de 1,50 m (um metro e cinqüenta centímetros), dotados de lavatórios individuais ou coletivos com pias instaladas nas proximidades do refeitório, ou nele próprio;

d) deverá ser instalado em local apropriado, não se comunicando diretamente com os locais de trabalho, com instalações sanitárias e locais insalubres ou perigosos;

e) nos estabelecimentos em que trabalhem mais de 30 (trinta) até 300 (trezentos) empregados, embora não seja exigido o refeitório deverão ser asseguradas aos trabalhadores condições suficientes de conforto por ocasião das refeições.

4.7 Áreas para cozinhas

Deverão ficar adjacentes aos refeitórios e com ligação para os mesmos, através de aberturas por onde serão servidas as refeições. As áreas previstas para cozinha e depósito de gêneros alimentícios deverão ser de 35% (trinta e cinco por cento) e 20% (vinte por cento) respectivamente, da área do refeitório (MINISTÉRIO DE TRABALHO - NR 24).

4.8 Resumo

Para o dimensionamento das áreas dos postos de trabalho sugere-se um dimensionamento pouco preciso utilizando-se o

método de Guerchet. A pouca precisão não causará danos a metodologia proposta, uma vez que a razão do arranjo físico geral é preservar o princípio da integração entre todas as instalações industriais. As áreas serão dimensionadas de forma definitiva por ocasião da elaboração do arranjo físico detalhado.

No método de Guerchet, OLIVÉRIO (1985), a área que um dado elemento ocupa é tomada como a soma das três superfícies: a) superfície estática, b) superfície de utilização e c) superfície de circulação.

Superfície estática (Se) é a que o equipamento projeta na superfície horizontal.

Superfície de utilização (Su) é a área necessária em torno do posto de trabalho para utilização pelo operário e para depósito de material necessário à execução das operações ($Su = N \times Se$)

Superfície de circulação (Sc) é a área necessária para a circulação de materiais entre postos de trabalho ($Sc = K(Su + Se)$).

A superfície total (St) é a soma das três superfícies anteriormente definidas: $St = Se + Su + Sc = Se(l + N)(l + K)$.

Numa fábrica existem dois tipos de circulação: departamentais e principais. As circulações departamentais são voltadas para homens e materiais dentro do Departamento, enquanto as principais são interdepartamentais, se usam para o transporte de um departamento para outro, a entrada e a saída da fábrica.

No caso das circulações internas, evidentemente, o que vai determinar a largura dos corredores dedicados a circulação são as dimensões dos equipamentos de transporte.

Para as circulações principais utilizam-se as distâncias entre os diversos blocos que compõem a fábrica de 3 a 6 metros de largura, dependendo do tamanho da fábrica e do tipo de veículo empregado para transporte.

Quando a separação em blocos objetiva o isolamento de riscos de incêndio, é recomendado um distanciamento de no mínimo 8 metros entre os blocos (IRB, 1997).

Para a área de escritório, utiliza-se em média de 4,5 a 6,5 m² de área (FUNDACENTRO, 1981).

Entende-se por instalações sanitárias ou aparelho sanitário: o equipamento ou as peças destinadas ao uso de água para fins higiênicos ou a receber águas servidas (banheira, mictório, bebedouro, lavatório, vaso sanitário e outros).

Haverá em todos os estabelecimentos de trabalho instalações sanitárias para ambos os sexos, nas proporções mínimas (MINISTÉRIO DE TRABALHO - NR 24) de 1,00 m² (um metro quadrado) para cada sanitário, por 20 (vinte) operários em atividade.

Os lavatórios devem dispor de uma torneira de metal para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores, exceto em atividades insalubres ou nos trabalhos com exposição a substâncias tóxicas, irritantes, infectantes, alergizantes, poeiras ou substâncias que provoquem sujidade, quando será exigido um lavatório para cada 10 (dez) trabalhadores.

Para os banheiros será exigido um chuveiro para dez trabalhadores nas atividades ou operações insalubres, ou nos trabalhos com exposição a substâncias tóxicas, irritantes, infectantes, alergizantes, poeiras ou substâncias

Quando os estabelecimentos dispuserem de instalações de privadas ou mictórios anexos às diversas seções fabris, devem os respectivos equipamentos

Segundo a NR 24 do Ministério do Trabalho, em todos os estabelecimentos industriais e naqueles em que a atividade exija troca de roupas, ou seja, imposto o uso de uniforme ou guarda-pó, haverá local apropriado para vestiário dotado de armários individuais, observada a separação de sexos, com área mínima de 1,50 m² (um metro quadrado e cinquenta centímetros) para 1 (um) trabalhador.

Cada refeitório obedecerá a área mínima de 1,00 m² (um metro quadrado) por usuário, abrigando, de cada vez, 1/3 (um terço) do total de empregados por turno de trabalho, sendo este turno o que tiver maior número de empregados;

Nos estabelecimentos em que trabalhem mais de 30 (trinta) até 300 (trezentos) empregados, embora não seja exigido o refeitório deverão ser asseguradas aos trabalhadores condições suficientes de conforto por ocasião das refeições.

As cozinhas deverão ficar adjacentes aos refeitórios e com ligação para os mesmos, através de aberturas por onde serão servidas as refeições. As áreas previstas para cozinha e depósito de gêneros alimentícios deverão ser de 35% (trinta e cinco por cento) e 20% (vinte por cento) respectivamente, da área do refeitório (MINISTÉRIO DE TRABALHO - NR 24).

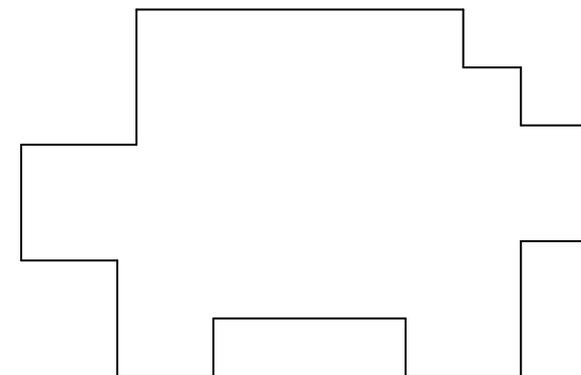
4.9 Questionário

4.9.1 Uma oficina com 4 tornos pequenos, 2 tornos médios e uma fresadora universal, sabendo que:

Equipamento	Se	N	K
Torno Pequeno	1,2	1	1,0
Torno Médio	2,5	1	1,0
Fresadora Universal	2,0	2	1,0

Calcule a área necessária para a instalação das máquinas utilizando as fórmulas.

4.9.2 Dimensione a área necessária para um moinho *pellets* com as seguintes especificações:



Frente: 2,00 m; Fundos: 1,90 m; Área de Trabalho: 1,50 x 2,00 m; Área de Manutenção; 1,10 x 2,00 m; Área de Circulação: 1,30 x 2,00 m.

4.9.3 Dimensione a área necessária para a seguinte máquina de fiar:



Frente: 7,56 m; Fundos: 0,93 m; Área de Trabalho: 8,0 x 2,0 m; Área de Manutenção: 9,00 x 3,00 m; Alimentação: 8,00 x 3,50 m; Área para Circulação: incluída na área para manutenção.

4.9.4 Determine a área necessária para uma lanchonete-cozinha

N.º de Máquinas e Equipamentos	Discriminação	Comprimento (m)	Largura (m)	Área de Trabalho e Manutenção (m ²)	Alimentação de Material (m ²)	Área Total (m ²)
Área de Assar						
D-1	Pia	1,60	0,65	0,30		
D-2	Mesa	3,20	1,20	-		
D-3	Coifa	0,65	0,40	-		
D-4	Armário	0,55	0,35	-		
D-5	Chapas	1,10	0,60	-		
D-6	Liquidificador	0,25	0,30	0,30		
Área de Cozinhar						
F-7	Fogão	0,75	0,65	-		
F-8	Fogão	0,70	0,65	-		
F-10	Cortador		0,50	0,35		
Total						
Corredores						8,0
Serviços						6,0
Área Total						

4.9.5 Desenhe o Arranjo Físico de um Refeitório com respectiva Cozinha para uma fábrica que disponha de 360 empregados por turno.

Capítulo 5

ARRANJO FÍSICO GERAL: ESTUDO DO FLUXO

Em síntese, a elaboração do arranjo físico geral consiste de se estimar todas as áreas das instalações que compõem a fábrica e fazer suas alocações no espaço a partir das necessidades de inter-relacionamentos entre elas.

A metodologia proposta por OLIVÉRIO (1985) para alocação das instalações envolve os três seguintes pontos:

1. Definir os departamentos produtivos através do estudo das atividades que serão desenvolvidas na indústria. Exemplo: fundição; setor de usinagem etc.

2. Definir os departamentos auxiliares e serviços, através de listas de verificação.

3. Levantar o fluxo do material através dos departamentos definidos anteriormente.

Este capítulo dedica-se a demonstrar as diversas formas de representar e quantificar os fluxos entre instalações, além de em um item especial demonstrar como se elaborar um arranjo físico geral com a preocupação com prevenção a incêndios e explosões.

São apresentados quatro métodos de elaboração do arranjo físico geral através da utilização do Fluxo do Material Inter-Departamental / Gráfico de Relação de Atividades / Gráfico de

Relação de Áreas, da Carta de Processo de Utilização Múltipla, da Carta “De Para” e um método especial que incorpora as técnicas de prevenção a incêndio e explosões.

5.1 Introdução

Como pano de fundo ao estudo do fluxo para a elaboração do arranjo físico geral, podem ser utilizadas algumas formas básicas de fluxo que servem como orientação geral ao projetista, que se mostram na Figura 5.1 seguinte.

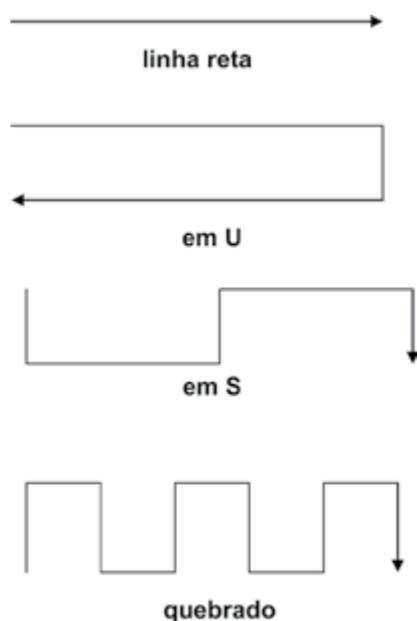


Figura 5.1 Formas Básicas de Fluxo

Isto posto, passa-se a apresentar as formas disponíveis de quantificação do fluxo.

5.2 Quantificação do fluxo

A distribuição das diversas instalações industriais busca minimizar os custos de produção, no caso do arranjo físico geral, a intenção é minimizar os custos de deslocamento.

Evidentemente, o segredo é escolher uma unidade de medida que melhor represente a dificuldade a ser quantificada. Algumas vezes, somente a representação do fluxo entre as instalações é suficiente. Outras, o número de movimentos entre instalações. Outras vezes, à distância percorrida. Pode-se utilizar também a conveniência ou não conveniência de estarem próximas. Ou, ainda, um critério de ponderação para quantificar a intensidade do tráfego: a) produto da distancia pelo número de movimentos; b) produto do número de movimentos e de um fator representativo da dificuldade de movimento (devido a peso, volume etc); c) produto do número de movimentos, distancia e um coeficiente que represente a importância relativa de cada fator ou dificuldade de movimento ou conveniência de proximidade etc; e) qualquer outra relação.

5.3 Representação do fluxo entre instalações através do fluxo do material inter-departamental / Gráfico de relação de atividades / Gráfico de relação de áreas

Veja-se, por exemplo, uma fábrica que para produzir um determinado produto necessita das seguintes atividades: recepção, fundição, injeção de plástico, usinagem, pintura, pré-montagem, montagem, teste; pintura final, embalagem e armazenagem e expedição.

A fábrica será também utilizada para fundição para terceiros e para a fabricação de outros produtos mais simples.

As áreas estimadas e a relação das instalações estão representadas na Tabela 5.1 e Figura 5.2.

Tabela 5.1 Relação das Instalações com Área Estimada

Instalação	Nº de Arranjo Físico	Área Estimada (m ²)
Recepção	01	30
Fundição 1	02	30
Fundição 2	04	30
Armazém e Expedição	03	40
Injeção de Plástico	05	30
Usinagem	06	30
Pintura	07	30
Pré-montagem	08	24
Montagem	09	44
Teste	10	24
Pintura Final	11	32
Embalagem	12	40

O fluxo é representado sem a preocupação de se pensar nas áreas de cada uma das instalações: somente serão utilizadas as relações entre as áreas.

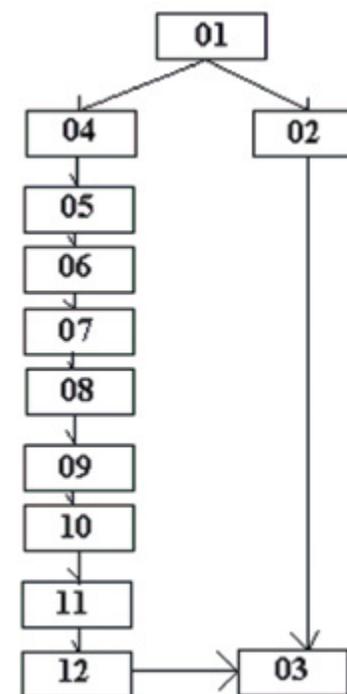


Figura 5.2 Fluxo do Material Inter-Departamental

Em seguida, elabora-se o Gráfico de Relação de Atividades (Figura 5.2): o posicionamento dos setores produtivos e auxiliares, racionalizando o fluxo e localizando próximas umas das outras as instalações que possuem relacionamento de trabalho.

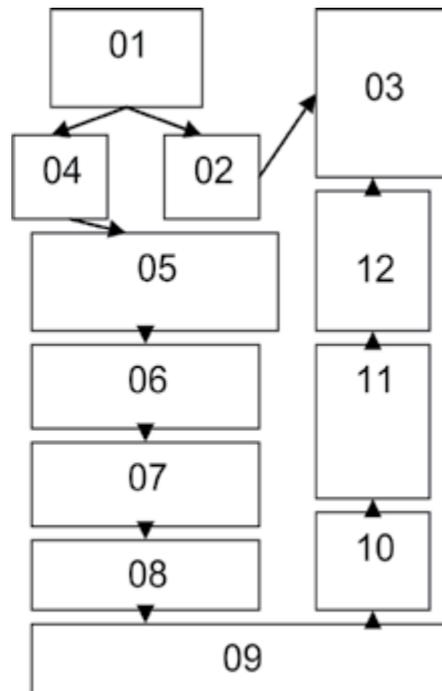


Figura 5.3 Gráfico de Relação de Atividades

A partir do gráfico de relações de atividades e de posse das estimativas das áreas necessárias para as diversas instalações, elabora-se o Gráfico de Relação das Áreas (Figura 5.4), que se constitui no Arranjo Físico Geral.

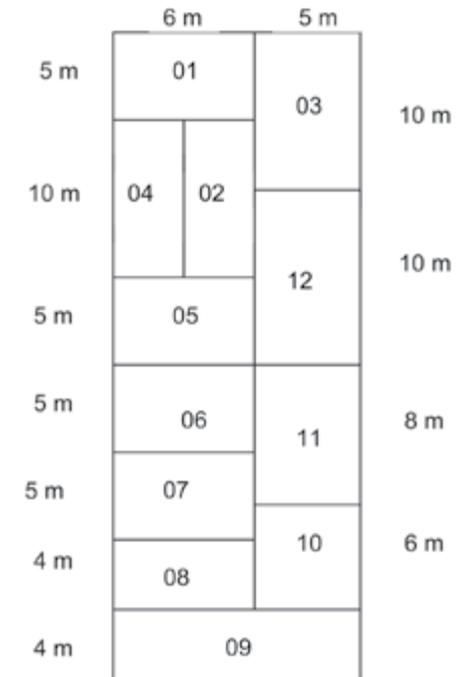


Figura 5.4 Gráfico de Relação de Áreas

Na verdade, nas resoluções reais, dificilmente as áreas vão se apresentar de maneira exata. Na busca de soluções retangulares, que facilita o projeto de construção civil das edificações, faz-se necessário alguns arredondamentos de áreas, sempre para maior, para que o projeto se apresente perfeitamente retangular.

5.4 Representação do fluxo entre instalações quantificado – Carta de processo de utilização múltipla

Esta carta reúne todos os processos de fabricação dos produtos ou das peças permitindo uma visualização conjunta para

efeito de uma análise comparativa. A primeira coluna à esquerda é reservada para as operações e cada uma das outras colunas é reservada para um dos produtos ou das peças (A, B, C, D,...).

Veja-se o exemplo de peças ou produtos fabricados em quantidades semelhantes e que tenham dimensões e/ou pesos semelhantes.

Inicialmente determina-se o roteiro de cada produto e então traçado por meio de operações pré-identificadas.

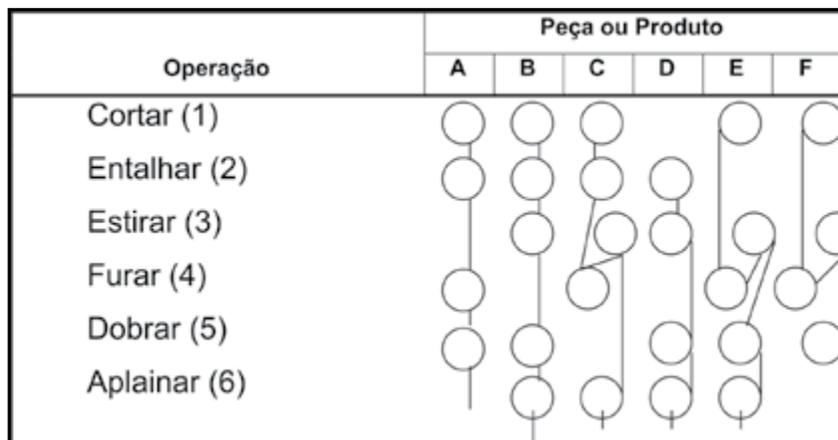


Figura 5.5 Carta de Processo de Utilização Múltipla

O objetivo do arranjo é obter um fluxo progressivo com o mínimo de retornos e aproximar ao máximo as operações entre as quais haja uma alta intensidade de fluxo. Para facilitar a análise, pode-se trocar a ordem das linhas horizontais (operações) da carta até se obter uma seqüência progressiva (Figura 5.6). Isto nem sempre é possível.

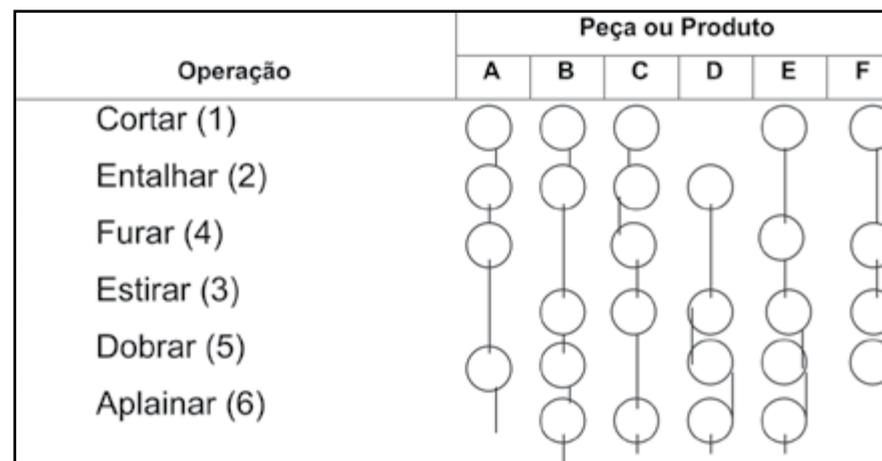


Figura 5.6 Carta de Processo de Utilização Múltipla Melhorada

Em seguida, com esses roteiros diagramados lado a lado pode-se fazer uma comparação dos fluxos de cada produto representando-os através de uma malha (Figura 5.7).

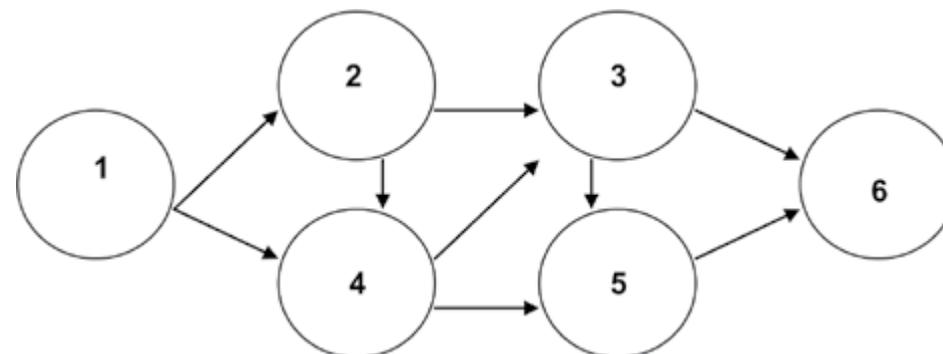


Figura 5.7 Malha de Inter-relacionamento Proposta

Finalmente, desenha-se o arranjo físico (Figura 5.8).

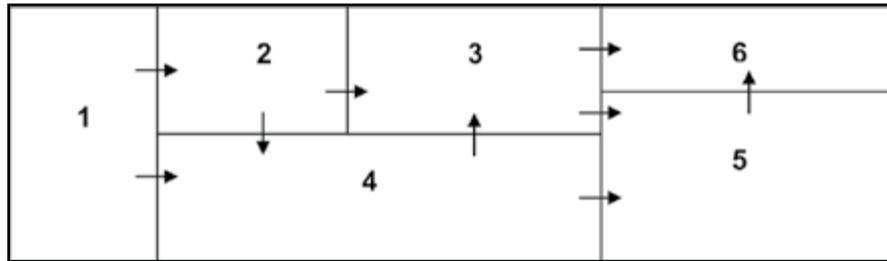


Figura 5.8 Arranjo Físico Geral

Algumas vezes não se pode localizar todas as instalações que têm inter-relacionamento como instalações vizinhas. Nestes casos, tem-se que priorizar as vizinhanças.

Veja o caso de uma fábrica com 10 departamentos, a saber: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; e, 10.

A produção horária da fábrica será:

Produto A = 50;

Produto B = 80;

Produto C = 40;

Produto D = 60.

A seqüência de produção de cada produto é a seguinte;

A: 1-2-8-9-3-7-4-10

B: 1-2-8-9-5-6-3-7-4-10

C: 1-2-8-7-4-10

D: 1-2-8-9-3-7-4-10

Utilizando a Carta de Processo Múltipla e sabendo que o galpão possui 10m x 20 m com cada departamento medindo 4m x 5m, desenhe o *layout*.

Inicialmente, representar-se-á a Carta de Processo de Utilização Múltipla (Figura 5.9).

Departamentos	Produtos			
	A	B	C	D
1	○	○	○	○
2	○	○	○	○
8	○	○	○	○
9	○	○	○	○
3	○	○	○	○
7	○	○	○	○
4	○	○	○	○
5	○	○	○	○
6	○	○	○	○
10	○	○	○	○

Figura 5.9 Carta de Processo de Utilização Múltipla

Pode-se refazer a Carta (Figura 5.9) de modo a deixá-la mais compreensível (fluxo progressivo e sem retrocesso) conforme a Figura 5.10.

Departamentos	Produtos			
	A	B	C	D
1	○	○	○	○
2	○	○	○	○
8	○	○	○	○
9	○	○		○
5		○		
6		○		
3	○	○		○
7	○	○	○	○
4	○	○	○	○
10	○	○	○	○

Figura 5.10 Carta de Processo de Utilização Múltipla Melhorada

Feito isto se passa à quantificação do fluxo utilizando-se os pesos (produções horárias): produto A = 50, produto B = 80, produto C = 40 e produto D = 60.

$$1 \leftrightarrow 2 = 50 (A) + 80 (B) + 40 (C) + 60 (D) = 230.$$

$$2 \leftrightarrow 8 = 50 (A) + 80 (B) + 40 (C) + 60 (D) = 230.$$

$$8 \leftrightarrow 9 = 50 (A) + 80 (B) + 60 (D) = 190.$$

$$3 \leftrightarrow 9 = 50 (A) + 60 (D) = 110.$$

$$5 \leftrightarrow 9 = 80 (B) = 80.$$

$$5 \leftrightarrow 6 = 80 (B) = 80.$$

$$3 \leftrightarrow 6 = 80 (B) = 80.$$

$$3 \leftrightarrow 7 = 50 (A) + 80 (B) + 60 (D) = 190.$$

$$4 \leftrightarrow 7 = 50 (A) + 80 (B) + 40 (C) + 60 (D) = 230.$$

$$4 \leftrightarrow 10 = 50 (A) + 80 (B) + 40 (C) + 60 (D) = 230.$$

Finalmente, passa-se a construir as malhas (Figura 5.11).

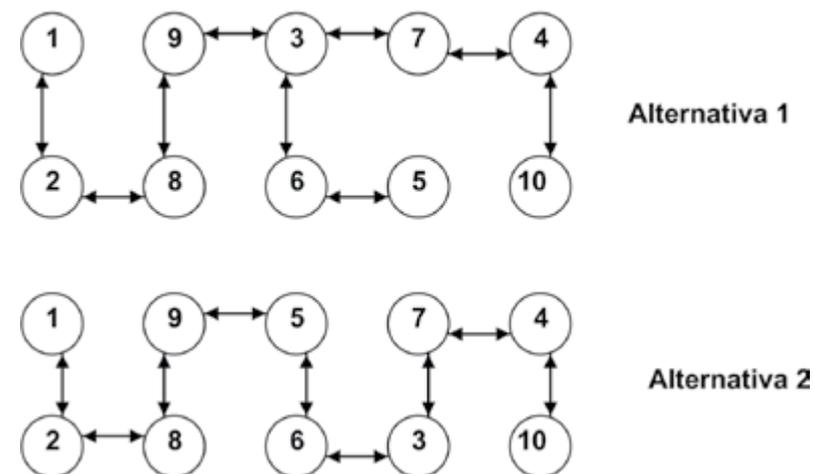


Figura 5.11 Soluções Alternativas

Com as duas possibilidades de solução representadas na Figura 11, resta escolher qual a melhor. A solução pode ser representada pela maior soma dos pontos positivos (somar todos os fluxos das instalações que apresentam relacionamento entre si e que se encontram vizinhas) ou pela menor soma dos pontos negativos (somar todos os pontos das instalações que têm relacionamento entre si e não puderam ficar vizinhas).

Pontos Positivos

Alternativa 1: $1 \leftrightarrow 2$ (230) + $2 \leftrightarrow 8$ (230) + $8 \leftrightarrow 9$ (190) + $3 \leftrightarrow 9$ (110) + $3 \leftrightarrow 6$ (80) + $3 \leftrightarrow 7$ (190) + $5 \leftrightarrow 6$ (80) + $4 \leftrightarrow 7$ (230) + $4 \leftrightarrow 10$ (230) = 1.570.

Alternativa 2: $1 \leftrightarrow 2$ (230) + $2 \leftrightarrow 8$ (230) + $8 \leftrightarrow 9$ (190) + $5 \leftrightarrow 9$ (80) + $3 \leftrightarrow 6$ (80) + $3 \leftrightarrow 7$ (190) + $5 \leftrightarrow 6$ (80) + $4 \leftrightarrow 7$ (230) + $4 \leftrightarrow 10$ (230) = 1.270.

Como se vê, a melhor alternativa é a 1 (maior número de pontos).

Pontos Negativos

Alternativa 1: $5 \leftrightarrow 9$ (80) = 80.

Alternativa 2: $3 \leftrightarrow 9$ (110) = 110.

Como se vê, a melhor alternativa é a 1 (menor número de pontos).

Então o Arranjo Físico Geral será conforme a Figura 12.

1	9	3	7	4
2	8	6	5	10

Figura 5.12 Arranjo Físico Geral

5.5 Representação do fluxo quantificado entre instalações – carta “de para”

Quando existe um grande número de inter-relações, tornando confuso o uso da Carta de Processo de Utilização Múltipla, pode-se recorrer ao sistema de tabulação dos fluxos denominado Carta “De Para”, que é a representação tabular de dados quantitativos sobre o movimento de material, operadores ou equipamentos. Coloca-se na linha horizontal as várias seções de trabalho das quais os materiais saem e entram, na coluna vertical coloca-se as várias seções, na mesma ordem da horizontal de baixo para cima.

Veja-se um exemplo utilizando-se a Carta “De Para”:

Uma fábrica com 5 produtos: A; B; C; D; e, E, com peso/volume e quantidades produzidas semelhantes apresenta os seguintes fluxos de produção:

A: 1 - 2 - 5 - 8 - 9 - 10

B: 1 - 3 - 6 - 8 - 9 - 10

C: 1 - 4 - 7 - 8 - 9 - 10

D: 1 - 2 - 3 - 6 - 5 - 8 - 9 - 10

E: 1 - 3 - 4 - 7 - 6 - 8 - 9 - 10

Tabela 5.2 Carta “De Para”

De/Para	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10									□□□	5/1
9								□□□	10/2	
8					□□	□□	□	10/4		
7				□□		□	4/3			
6			□□		□	6/4				
5		□			4/3					
4	□		□	4/3						
3	□□	□	6/4							
2	□□	4/3								
1	5/3									

XX/Y: □ – nº de movimentos “De Para” a seção.
□ – nº de seções com as quais tem ligação.

Em cada quadrícula colocam-se traços indicando que houve movimento de uma seção para outra. Por exemplo: entre 1 e 3 tem-se o fluxo de 2 produtos B e E, entre 8 e 9 tem-se o fluxo de todos os produtos e assim por diante.

Em seguida coloca-se nas quadrículas da diagonal o número de movimentos realizados “De Para” uma dada seção, conforme Tabela 5.2, bastando para isto somar o número de

movimentos nas colunas vertical e horizontal. Ao lado do número total de movimentos coloca-se o número de seções com a seção em questão. Exemplo: na quadrícula da diagonal correspondente a seção 5, tem-se o número 4/3 indicando que há quatro movimentos entre a seção 5 e três outras seções.

Com os dados da Carta “De Para” pode-se estabelecer um primeiro esquema teórico da posição relativa das varias seções. Para tal, coloca-se as seções de início e término dos fluxos dos cinco produtos e distribui-se as demais seções entre àquelas. Liga-se por traços as diversas seções, entre as quais existe movimento, colocando-se o número de movimentos realizados (Figura 5.13)6.

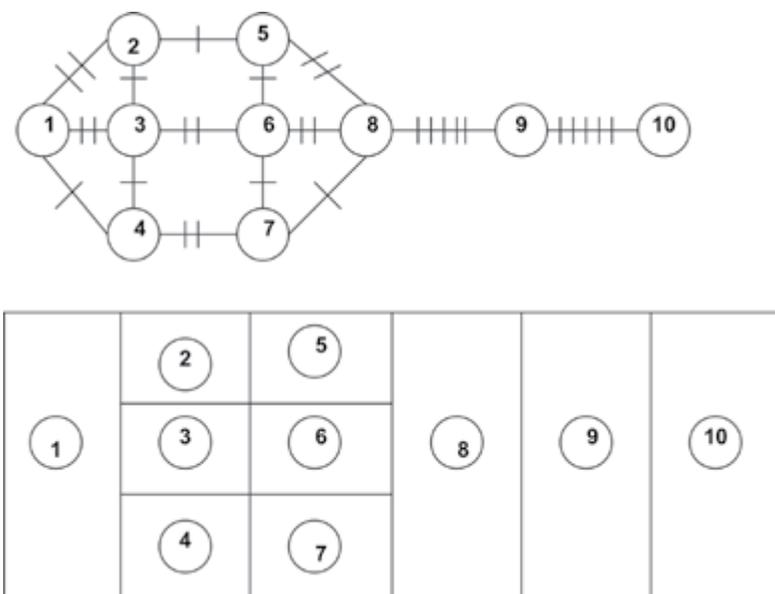


Figura 5.13 Malha e Arranjo Físico

Finalmente, a partir da determinação das áreas, tem-se o Arranjo Físico Geral (Figura 5.13).

5.6 Arranjo físico geral e prevenção a incêndios e explosões

Quando se pretende considerar a prevenção a incêndios e explosões na elaboração do Arranjo Físico Geral, precisa-se incluir na quantificação do fluxo, aspectos importantes ao projeto de prevenção: riscos de incêndio e substâncias extintoras.

Com relação aos riscos de incêndio, pretende-se ao identificar os riscos das diversas instalações, deixar na proximidade instalações de riscos semelhantes, uma vez que necessitarão dos mesmos cuidados, o que torna o projeto mais seguro e econômico, e, isolar os riscos elevados, quando possível no espaço, que é a forma mais adequada de isolar riscos de incêndios (Villar, 2001).

Quanto às substâncias extintoras, o objetivo é, com a aproximação de instalações que necessitam das mesmas substâncias extintoras, água, PQS, CO₂, substâncias halogenadas etc (Villar, 2001), tornar o projeto mais econômico.

Assim, o projeto do arranjo físico geral toma a formatação da Figura 5.14, onde se destacam os três tipos de fluxo: de produção, de riscos de incêndio e de substâncias extintoras.

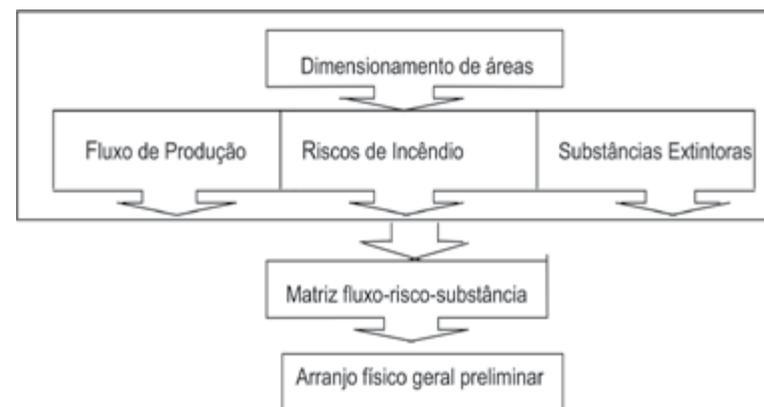


Figura 5.14 Detalhamento da Elaboração do Arranjo Físico Geral

Calculadas as áreas das seções, passa-se a posicioná-las no espaço tomando-se como orientação o inter-relacionamento quantificado entre elas: quanto ao fluxo; quanto ao risco de incêndio e quanto ao uso de substâncias extintoras, utilizando-se a carta “De para” ou a carta de processo de utilização múltipla.

Como se trata de um arranjo físico geral para indústrias, encontrar-se-ão instalações diversificadas como: escritório, diretoria, refeitório, vestiário, fabricação, montagem etc, o que dificulta a escolha da unidade de fluxo (v_{ij}'), se quilograma, m^3 , pessoa etc. Por isso, propõe-se utilizar, como v_{ij}' , a importância quanto ao fluxo do relacionamento de uma instalação i com uma j .

Dentre os três aspectos relevantes analisados (fluxo, risco de incêndio e substância extintora), considerou-se o fluxo como o mais importante. Por isso, arbitrou-se que quando interessar a proximidade de uma instalação i com uma j , considera-se $v_{ij}' = 3$, e quando não for importante, considera-se $v_{ij}' = 0$.

5.6.1 Determinação dos riscos de incêndio

Para a elaboração do arranjo físico geral, faz-se necessária a classificação dos riscos de incêndio em pequeno, médio e grande. Esta classificação objetiva racionalizar o uso das técnicas de prevenção e combate a incêndio e tornar as instalações industriais mais seguras, uma vez que se projetarão sistemas de prevenção para cada tipo de risco.

A intenção é isolar riscos equivalentes, idealmente no espaço ou, caso este isolamento prejudique a funcionalidade, isolar com o uso de soluções técnicas (parede e porta corta-fogo). Se os riscos de incêndio não forem isolados, prevalecerá para todas as instalações o maior risco estabelecido para cada instalação. Somente através do isolamento dos riscos de incêndio se pode atender a uma das regras básicas de prevenção a incêndios, que é de-

deixar o fogo restrito ao local onde se iniciou ou, em outras palavras, dificultar o desenvolvimento do incêndio (Villar, 2001).

Além disso, sabendo-se que, para as instalações de risco pequeno, cada unidade extintora cobre $500 m^2$, para as de risco médio, $250 m^2$ e para as de risco grande cada unidade extintora protege apenas $150 m^2$ (NR 23), depreende-se que, ao se deixar instalações de riscos semelhantes contíguas, possibilitar-se-á instalações de proteção contra incêndio mais econômicas.

Assim, utilizando-se o mesmo modelo empregado na determinação dos fluxos, propõe-se utilizar, como v_{ij}' , a importância da proximidade de uma instalação i com uma j . Dessa forma, tendo em vista que, dentre os três aspectos relevantes (fluxo, risco de incêndio e substância extintora), considerou-se o risco de incêndio o segundo mais importante, quando interessar a proximidade de uma instalação i com uma j , considera-se $v_{ij}'' = 2$; quando não for importante, considera-se $v_{ij}'' = 0$.

É importante ressaltar que, para se considerar a proximidade de uma instalação i com uma j interessante do ponto de vista de risco de incêndio, subordina-se este novo fluxo às condições básicas de proximidade estabelecidas no arranjo físico quanto ao fluxo. Ou seja, mesmo existindo semelhança de risco entre duas instalações, mas que do ponto de vista do fluxo não seja interessante a proximidade (por exemplo, escritório na administração com uma instalação na área fabril), considera-se o $v_{ij}'' = 0$.

5.6.2 Determinação das substâncias extintoras

Por sua vez, ao se estabelecer as possíveis naturezas do fogo, pretende-se racionalizar os sistemas de prevenção, uma vez que os tipos de agentes extintores são determinados, tendo por base este parâmetro. Se, na determinação do arranjo físico das instalações, consegue-se projetar, sem prejudicar o fluxo, instalações que utilizam substâncias extintoras semelhantes

próximas umas das outras, projetar-se-ão sistemas de combate a incêndio mais econômicos, porque um tipo de proteção servirá a mais de uma instalação.

Assim, semelhantemente ao item anterior, propõe-se utilizar, como v_{ij}''' , a importância da proximidade de uma instalação i com uma j . Dessa forma, tendo em vista que, dentre os três aspectos relevantes (fluxo, risco de incêndio e substância extintora), considerou-se o uso de substâncias extintoras o menos importante, quando interessar a proximidade de uma instalação i com uma j , considera-se $v_{ij}''' = 1$; quando não for importante, considera-se $v_{ij}''' = 0$.

Da mesma forma que o item 5.6.1, ressalte-se que, para se considerar a proximidade de uma instalação i com uma j interessante do ponto de vista do uso de mesma substância extintora, subordina-se este novo fluxo às condições básicas de proximidade estabelecida no arranjo físico, quanto ao fluxo. Ou seja, mesmo que duas instalações utilizem substâncias extintoras idênticas, mas que do ponto de vista do fluxo não seja interessante a proximidade (por exemplo, diretoria com uma instalação na área fabril), considera-se o $v_{ij}''' = 0$.

5.6.3 Determinação da matriz fluxo-risco-substância

O modelo propõe, como matriz definitiva para auxiliar na elaboração do arranjo físico final, utilizar como fluxo v_{ij} a média aritmética dos três fluxos anteriores. Portanto: $v_{ij} = (v_{ij}' + v_{ij}'' + v_{ij}''')/3$.

Com a unidade de relacionamento definida (v_{ij}), passa-se a definir o arranjo físico preliminar, com o auxílio da Carta “De Para” ou a Carta de Processo de Utilização Múltipla. Como preocupação final, identificam-se e localizam-se os armazenamentos perigosos, uma vez que esses tipos de armazenamentos exigem cuidados especiais e, portanto, devem ficar isolados no espaço. Esse cuidado deve-se à necessidade de situá-los a uma distância segura de qualquer local onde se realize trabalho. Tais construções serão reali-

zadas com cuidados especiais, como instalação elétrica blindada, piso antifaísca, local fresco e ventilado etc (Villar, 2001).

Veja-se o exemplo seguinte do projeto de uma Serraria (Tabelas 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 e Figura 5.15) :

Tabela 5.3 Estimativa de Áreas das Instalações

N.º de Layout	Instalação	Área (m ²)
01	Diretoria – ambiente que permita abrigar 02 (dois) diretores e 04 (quatro) visitantes: 6 x 6,5m ² (*)	39
02	Recepção e Exposição – ambiente que permita abrigar 02 (dois) funcionários e 04 (quatro) visitantes: 6 x 5,0m ² (*)	30
03	Escritório – ambiente para 6 (seis) funcionários: 6 x 5,0m ² (*)	30
04	Refeitório – refeição em dois turnos: ½ x 60 x 1m ² (*)	30
05	Cozinha e Depósito de Alimentos – 35% (*) e 20% (*) do refeitório respectivamente: 0,55 x 30m ² (*)	17
06	Vestiários e Aparelhos Sanitários - Vestiários: 56 x 1,50m ² (*) = 84m ² (*) - Aparelho Sanitário: 3 aparelhos (*) com as seguintes áreas: 1 m ² (*) por sanitário; 0,60m ² (*) por lavatório; e, 2 m ² para circulação; totalizando 3,60m ² - Área Total dos Aparelhos: 3 x 3,60 = 11m ²	95
07	Estoque de Matéria Prima – área ocupada em empresa semelhante	230
08	Estoque de Produto Acabado – área ocupada por empresa semelhante	110
10	Montagem – 8 bancadas de 2,3 x 1,20 St = Quantidade. Se(1+N).(1+K)(**) = 8 x 2,76 x 4 x 2,5	221

(*) Conforme 4.2.1 NR 24

(**) Conforme 4.2.1 Método de Guerchet

Tabela 5.4 Estimativa da Área da Fabricação

N.º de "Layout"	Equipamento	Dimensões (m)	Se (m ²)	Quantidade (1)	(1) x (1+N) x (1+K) (2)	St= Sex(2) (*)
01	Serra de Fita	0,8x1,4	1,12	2	20	22,40
02	Serra Circular	1,3x1,7	2,21	1	10	22,10
03	Serra de Bancada	0,4x0,4	0,16	1	10	1,60
04	Serra Circular Mesa Móvel	2,79x3,88	10,83	1	10	108,30
05	Serra de Fita	0,5x0,6	0,30	1	10	3,00
06	PlainaDesengrossadeira	0,8x1,1	0,88	2	20	17,60
07	PlainaDesempenadeira	1,0x2,6	2,60	3	30	78,00
08	Respigadeira	1,5x2,3	3,45	2	20	69,00
09	Furadeira Orbital	1,0x1,5	1,50	2	20	30,00
10	Furadeira Horizontal	1,0x1,2	1,20	2	20	24,00
11	Furadeira Vertical	0,4x0,6	0,24	1	10	2,40
12	Bancada de Marcação	0,9x3,2	2,88	1	10	28,80

13	Tupia	1,0x1,6	1,60	2	20	32,00
14	Lixadeira de Fita	1,6x4,3	6,88	1	10	68,80
15	Lixadeira para Quina	0,9x1,3	1,17	1	10	11,70
16	Lixadeira para Quina	0,7x0,9	0,63	1	10	6,30
17	Esmerilhadeira	0,5x1,3	0,65	3	40	26,00
Total	-	-	-	-	-	552,00

(*) Conforme 4.2.1 Método de Guerchet (utilizou-se $k = 1,5$)

A fabricação com 552m² (quinhentos e cinquenta e dois metros quadrados) se constitui na principal necessidade de área estimada, mais que o dobro da montagem com 221m² (duzentos e vinte e um metros quadrados) e do estoque de matéria prima, 230 m² (duzentos e trinta metros quadrados), e mais que cinco vezes as necessidades estimadas de área para o estoque de produtos acabados, 110m² (cento e dez metros quadrados).

O fluxo interdepartamental (relacionamento entre instalações) apresenta-se conforme a Figura 5.15.

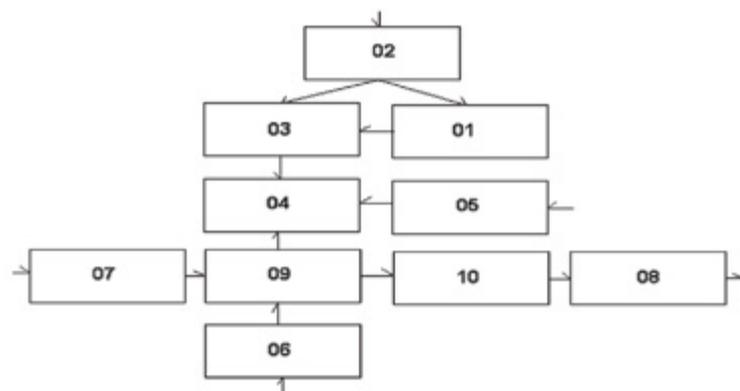


Figura 5.15 Fluxo Interdepartamental

Com relação ao fluxo de pessoas, pode-se ver nesta Figura 5.15 que a instalação 02 (recepção) interage com as instalações 03 (escritório) e 01 (diretoria). Por sua vez, interagem com as instalações 04 (refeitório), 03 (escritório), 05 (cozinha e depósito de alimentos) e 09 (fabricação). Finalmente, a instalação 06 (vestiários e aparelhos sanitários) interage com a instalação 09 (fabricação).

Com relação ao fluxo de materiais, o departamento 07 (estoque de matéria prima) interage com o departamento 09 (fabricação), que interage com o departamento 10 (montagem) que por sua vez interage com o departamento 08 (estoque de produto acabado).

Observa-se ainda na Figura 5.15 que as instalações 02 (recepção), 05 (cozinha e depósito de alimentos), 06 (vestiários e aparelhos sanitários), 07 (estoque de matéria prima) e 08 (estoque de produtos acabados) interagem com o ambiente externo.

Conhecendo-se as instalações, determina-se os Riscos de Incêndio (IRB, 1997) conforme Tabela 5.5 seguinte.

Tabela 5.5 Riscos de Incêndio da Serraria

SETOR	RISCO DE INCÊNDIO (*)
(01) Diretoria	A
(02) Recepção e Exposição	A
(03) Escritório	A
(04) Refeitório	A
(05) Cozinha e Depósito de Alimentos	B
(06) Vestiários e Aparelhos Sanitários	A
(07) Estoque de Matéria Prima	B
(08) Estoque de Produto Acabado	B
(09) Fabricação	C
(10) Montagem	B

(*) Realizado pelos critérios do IRB, conforme 3.5.2 Dimensionamento de Sistemas de Extintores: A – pequeno; B – médio; e, C – Grande.

A partir das possíveis naturezas de fogo a ocorrerem na Serraria, conforme VILLAR, 2001, determina-se às substâncias extintoras adequadas para cada instalação (água para materiais celulósicos, PQS para equipamentos elétricos energizados e líquidos inflamáveis e CO₂ para equipamentos elétricos energizados de circuito elétrico delicado e líquidos inflamáveis) (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 Substâncias Extintoras da Serraria

SETOR	SUBSTÂNCIA EXTINTORA (*)
(01) Diretoria	A, C
(02) Recepção e Exposição	A, C
(03) Escritório	A, C
(04) Refeitório	A, P
(05) Cozinha e Depósito de Alimentos	P
(06) Vestiários e Aparelhos Sanitários	A
(07) Estoque de Matéria Prima	A
(08) Estoque de Produto Acabado	A
(09) Fabricação	A, P
(10) Montagem	A, P

(*) A – água (material celulósico); C – gás carbônico (equipamento elétrico energizado com circuito delicado); e, P – pó químico seco (equipamento elétrico energizado).

Preenchendo-se a matriz (carta “De Para”) para o Fluxo de Material (considerando-se o *fij* igual a 3 para as instalações que apresentam inter-relacionamento quanto ao fluxo), para o Risco de Incêndio (considerando-se o *fij* igual a 2 para as instalações que apresentam os mesmos riscos de incêndio e têm inter-relacionamento quanto ao fluxo) para as Substâncias Extintoras (considerando-se o *fij* igual a 1 para as instalações que utilizam as mesmas substâncias extintoras e têm inter-relacionamento quanto ao fluxo) fica-se com a situação apresentada na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 Carta “De Para”

De/Para	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10								1,66	1,33	2,99/2
9				1,33		1	1		4,66/4	
8								1,66/1		
7							1/1			
6						1/1				
5				1	1/1					
4			1,66	3,99/3						
3	2		3,66/2							
2	2	2/1								
1	4/2									

$$1/2 = (3+2+1)/3 = 2;$$

$$1/3 = (3+2+1)/3 = 2;$$

$$2/3 = (3+2+1)/3 = 2;$$

$$3/4 = (3+2)/3 = 1,66;$$

$$4/5 = 3/3 = 1;$$

$$4/9 = (3+1)/3 = 1,33;$$

$$6/9 = 3/3 = 1;$$

$$7/9 = 3/3 = 1;$$

$$8/10 = (3+2)/3 = 1,66;$$

$$9/10 = (3+1)/3 = 1,33.$$

Desenhando-se a malha de relacionamento, fica-se com a seguinte situação (Figura 5.16):

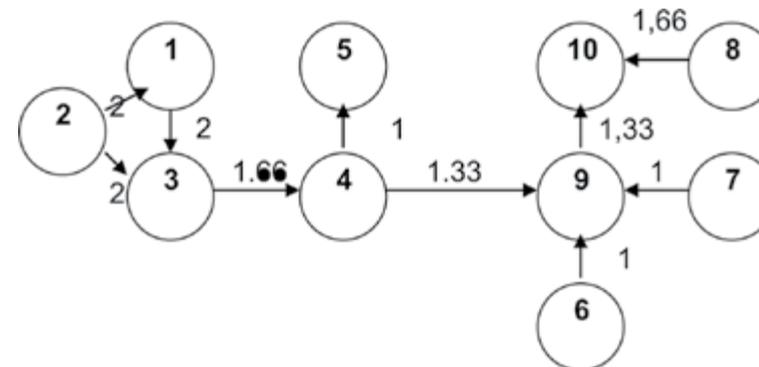


Figura 5.16 Malha de Relacionamento

Analisando-se a Malha de Relacionamento (Figura 5.16), verifica-se que fica caracterizada a existência de três tipos de blocos: Bloco I) as áreas 02 (recepção e exposição), 01 (diretoria) e 03 (escritório), centradas pela recepção e formando um bloco administrativo; Bloco II) as áreas 04 (refeitório) e 05 (cozinha), formando o bloco de apoio; e Bloco III) instalações 06 (vestiários e sanitários), 07 (estoque de matéria prima), 09 (fabricação), 10 (montagem) e 08 (estoque de produto acabado), formando o bloco de produção.

Tabela 5.7 Blocos, Instalações, Áreas e Dimensões

BLOCO	INSTALAÇÃO	ÁREA (m ²)	DIMENSÕES (m)
I	01	39,00	6,55 X 5,95
	02	30,00	6,55 X 4,58
	03	30,00	6,55 X 4,58
II	04	30,00	6,55 X 4,58
	05	17,00	6,55 X 2,60
III	06	95,00	6,55 X 14,50
	07	230,00	9,24 X 24,89
	08	110,00	9,24 X 11,90
	09	552,00	21,01 X 26,28
	10	221,00	21,01 x 10,52

Verifica-se na Figura 5.17, que todas as áreas com relacionamento entre si, encontram-se vizinhas da mesma forma que em cada bloco, as áreas que têm os mesmos riscos de incêndio e que usarão as mesmas substâncias extintoras também se encontram vizinhas. Obtendo-se, assim um arranjo físico geral que compatibiliza racionalidade e proteção contra incêndios.

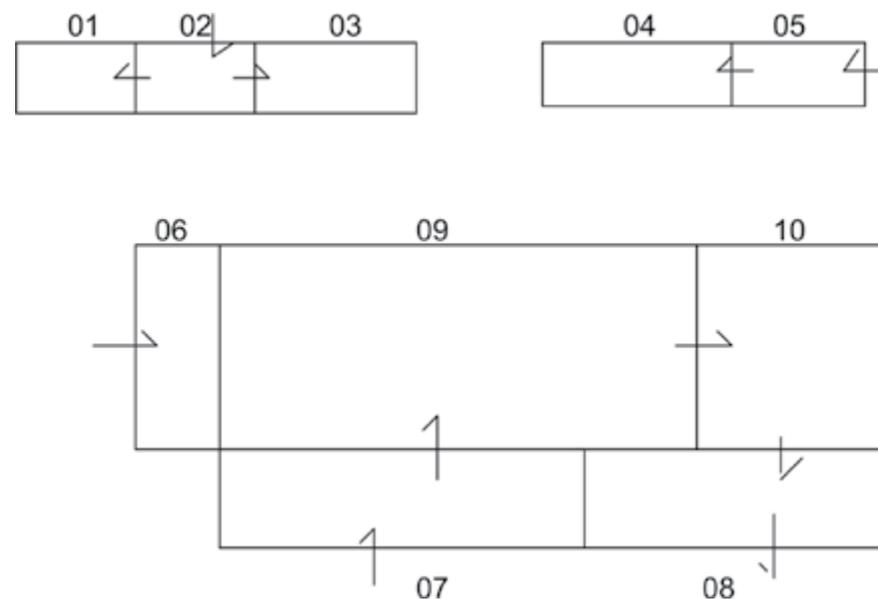


Figura 5.17 Arranjo Físico Geral

A razão da separação dos blocos no espaço é o isolamento dos riscos de incêndio, obedecendo-se a distância mínima de oito metros entre eles.

5.7 Resumo

Estimadas as áreas de todas as instalações industriais necessita-se determinar suas localizações no espaço a partir do inter-relacionamento entre elas.

Existem algumas formas básicas de fluxo que servem como orientação geral ao projetista: em linha reta, em U, em S e quebrado.

A metodologia proposta por OLIVÉRIO (1985) para alocação das instalações envolve os três seguintes pontos: definir os departamentos produtivos, definir os departamentos auxiliares e

serviços e levantar o fluxo do material através dos departamentos definidos anteriormente.

A distribuição das diversas instalações industriais busca minimizar os custos de produção, no caso do arranjo físico geral, a intenção é minimizar os custos de deslocamento.

Evidentemente, o segredo é escolher uma unidade de medida que melhor represente a dificuldade a ser quantificada. Algumas vezes, somente a representação do fluxo entre as instalações é suficiente (os casos mais simples). Outras, o número de movimentos entre instalações. Outras vezes, a distância percorrida. Pode-se utilizar também a conveniência ou não conveniência de estarem próximas. Ou, ainda, um critério de ponderação para quantificar a intensidade do tráfego: a) produto da distância pelo número de movimentos; b) produto do número de movimentos e de um fator representativo da dificuldade de movimento (devido a peso, volume etc); c) produto do número de movimentos, distância e um coeficiente que represente a importância relativa de cada fator ou dificuldade de movimento ou conveniência de proximidade etc; d) qualquer outra relação.

No primeiro método, para situações mais simples, elabora-se inicialmente o Fluxo do Material Inter-Departamental, em seguida o Gráfico de Relação de Atividades e, finalmente, o Gráfico de Relação de Áreas ou Arranjo Físico Geral.

Na verdade, nas resoluções reais, dificilmente as áreas vão se apresentar de maneira exata. Na busca de soluções retangulares, que facilita o projeto de construção civil das edificações, faz-se necessário alguns arredondamentos de áreas, sempre para maior, para que o projeto se apresente perfeitamente retangular.

Havendo necessidade de quantificar os fluxos, pode-se utilizar a Carta de Processo de Utilização Múltipla.

Esta carta possibilita visualizar todos os processos de fabricação de forma comparativa.

O objetivo é obter um fluxo progressivo com o mínimo de retornos e aproximar ao máximo as operações entre as quais haja uma alta intensidade de fluxo.

Com os roteiros de fabricação diagramados lado a lado pode-se fazer uma comparação dos fluxos de cada produto representando-se através de uma malha. E, finalmente, desenha-se o Arranjo Físico Geral.

Algumas vezes não se pode localizar todas as instalações que têm inter-relacionamento como instalações vizinhas. Nestes casos, tem-se que priorizar as vizinhanças.

Desenhadas diversas alternativas de malhas, passa-se à quantificação do fluxo utilizando-se a unidade que mais representar a dificuldade de movimento.

Com todas as possibilidades de solução representadas, resta escolher qual a melhor. A solução pode ser representada pela maior soma dos pontos positivos (somar todos os fluxos das instalações que apresentam relacionamento entre si e que se encontram vizinhas) ou pela menor soma dos pontos negativos (somar todos os pontos das instalações que têm relacionamento entre si e não puderam ficar vizinhas).

Escolhida a malha que representa a melhor solução, projeta-se o Arranjo Físico Geral, obedecendo-se ao seqüenciamento da malha preferida.

Quando existe um grande número de inter-relações, tornando confuso o uso da Carta de Processo de Utilização Múltipla, pode-se recorrer ao sistema de tabulação dos fluxos denominado Carta “De Para”, que é a representação tabular de dados quantitativos sobre o movimento de material, operadores ou equipamentos entre as diversas instalações que constituem a fábrica.

Com os dados da Carta “De Para” pode-se estabelecer um primeiro esquema teórico da posição relativa das várias seções (malha). Para tal, coloca-se as instalações de início e término dos fluxos dos produtos e distribuem-se as demais seções entre aque-

las. Liga-se por traços as diversas seções, entre as quais existe movimento, colocando-se o número de movimentos realizados. Isto, para de forma semelhante a utilizada na Carta de Processo de Utilização Múltipla poder escolher a melhor solução alternativa e se projetar o Arranjo Físico Geral.

Quando se pretende considerar a prevenção a incêndios na elaboração do Arranjo Físico Geral, precisa-se incluir na quantificação do fluxo, aspectos importantes ao projeto de prevenção: riscos de incêndio e substâncias extintoras.

Com relação aos riscos de incêndio, pretende-se ao identificar os riscos das diversas instalações, deixar na proximidade instalações de riscos semelhantes, uma vez que necessitarão dos mesmos cuidados (Villar, 2001), o que torna o projeto mais seguro e econômico, e, isolar os riscos elevados, quando possível no espaço, que é a forma mais adequada de isolar riscos de incêndios.

Quanto às substâncias extintoras, o objetivo é, com a aproximação de instalações que necessitam das mesmas substâncias extintoras, água, PQS, CO₂, substâncias halogenadas etc (Villar, 2001), tornar o projeto mais econômico.

Assim, o projeto do arranjo físico geral leva em consideração os três tipos de fluxo: de produção, de riscos de incêndio e de substâncias extintoras.

Calculadas as áreas das seções, passa-se a posicioná-las no espaço tomando-se como orientação o inter-relacionamento quantificado entre elas: quanto ao fluxo; quanto ao risco de incêndio e quanto ao uso de substâncias extintoras, utilizando-se a carta “*De para*” ou a carta de processo de utilização múltipla.

Como se trata de um arranjo físico geral para indústrias, encontrar-se-ão instalações diversificadas como: escritório, diretoria, refeitório, vestiário, fabricação, montagem etc, o que dificulta a escolha da unidade de fluxo (v_{ij}), se quilograma, m³, pessoa etc. Por isso, propõe-se utilizar, como v_{ij} , a importância quanto ao fluxo do relacionamento de uma instalação i com uma j .

Dentre os três aspectos relevantes analisados (fluxo, risco de incêndio e substância extintora), considerou-se o fluxo como o mais importante. Por isso, arbitrou-se que quando interessar a proximidade de uma instalação i com uma j , considera-se $v_{ij} = 3$, e quando não for importante, considera-se $v_{ij} = 0$.

Para a elaboração do arranjo físico geral, faz-se necessária à classificação dos riscos de incêndio em pequeno, médio e grande. Esta classificação objetiva racionalizar o uso das técnicas de prevenção e combate a incêndio e tornar as instalações industriais mais seguras, uma vez que se projetarão sistemas de prevenção para cada tipo de risco.

A intenção é isolar riscos equivalentes, idealmente no espaço ou, caso este isolamento prejudique a funcionalidade, isolar com o uso de soluções técnicas (parede e porta corta-fogo). Se os riscos de incêndio não forem isolados, prevalecerá para todas as instalações o maior risco estabelecido para cada instalação. Somente através do isolamento dos riscos de incêndio se pode atender a uma das regras básicas de prevenção a incêndios, que é deixar o fogo restrito ao local onde se iniciou ou, em outras palavras, dificultar o desenvolvimento do incêndio.

Além disso, sabendo-se que, para as instalações de risco pequeno, cada unidade extintora cobre 500 m², para as de risco médio, 250 m² e para as de risco grande cada unidade extintora protege apenas 150 m² (NR 23), depreende-se que, ao se deixar instalações de riscos semelhantes contíguas, possibilitar-se-á instalações de proteção contra incêndio mais econômicas.

Assim, utilizando-se o mesmo modelo empregado na determinação dos fluxos, propõe-se utilizar, como v_{ij} , a importância da proximidade de uma instalação i com uma j . Dessa forma, tendo em vista que, dentre os três aspectos relevantes (fluxo, risco de incêndio e substância extintora), considerou-se o risco de incêndio o segundo mais importante, quando interessar a proximidade de uma instalação i com uma j , considera-se $v_{ij} = 2$; quando não for importante, considera-se $v_{ij} = 0$.

É importante ressaltar que, para se considerar a proximidade de uma instalação i com uma j interessante do ponto de vista de risco de incêndio, subordina-se este novo fluxo às condições básicas de proximidade estabelecida no arranjo físico. Ou seja, mesmo existindo semelhança de risco entre duas instalações, mas que do ponto de vista do fluxo não seja interessante à proximidade (por exemplo, escritório na administração com uma instalação na área fabril).

Por sua vez, ao se estabelecer as possíveis naturezas do fogo, pretende-se racionalizar os sistemas de prevenção, uma vez que os tipos de agentes extintores são determinados, tendo por base este parâmetro. Se, na determinação do arranjo físico das instalações, consegue-se projetar, sem prejudicar o fluxo, instalações que utilizam substâncias extintoras semelhantes próximas umas das outras, projetar-se-ão sistemas de combate a incêndio mais econômicos, porque um tipo de proteção servirá a mais de uma instalação.

Assim, semelhantemente ao item anterior, propõe-se utilizar, como v_{ij}'' , a importância da proximidade de uma instalação i com uma j . Dessa forma, tendo em vista que, dentre os três aspectos relevantes (fluxo, risco de incêndio e substância extintora), considerou-se o uso de substâncias extintoras o menos importante, quando interessar a proximidade de uma instalação i com uma j , considera-se $v_{ij}'' = 1$; quando não for importante, considera-se $v_{ij}'' = 0$.

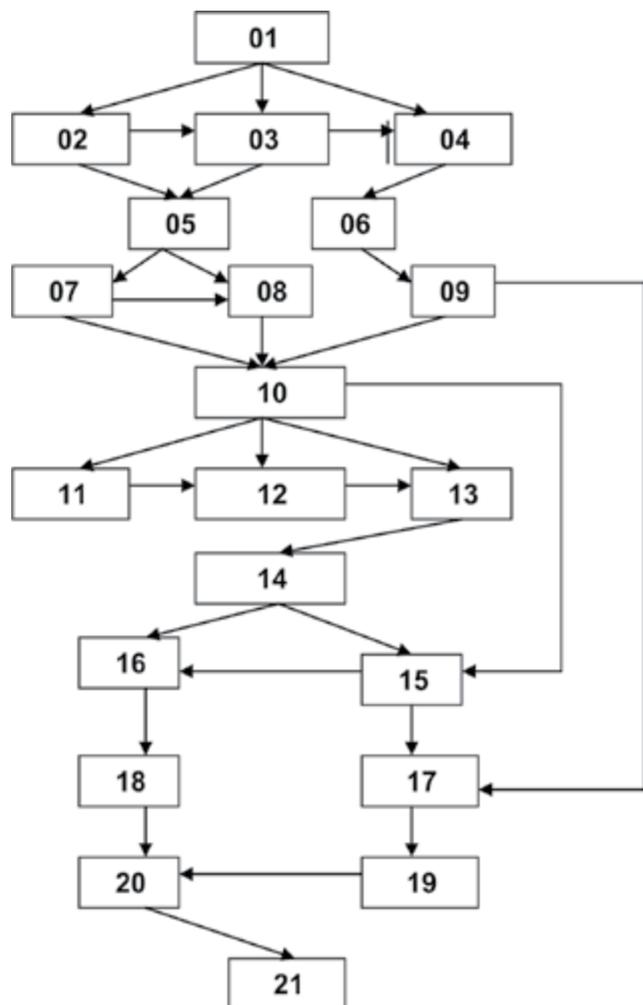
Da mesma forma que o item anterior, ressalte-se que, para se considerar a proximidade de uma instalação i com uma j interessante do ponto de vista do uso de substância extintora semelhante, subordina-se este novo fluxo às condições básicas de proximidade estabelecida no arranjo físico, quanto ao fluxo. Ou seja, mesmo que duas instalações utilizem substâncias extintoras idênticas, mas que do ponto de vista do fluxo não seja interessante a proximidade (por exemplo, diretoria com uma instalação na área fabril), considera-se o $v_{ij}'' = 0$.

O modelo propõe, como matriz definitiva para auxiliar na elaboração do arranjo físico final, utilizar como fluxo v_{ij} a média aritmética dos três fluxos anteriores. Portanto: $v_{ij} = (v_{ij}' + v_{ij}'' + v_{ij}''')/3$.

Com a unidade de relacionamento definida (v_{ij}), passa-se a definir o arranjo físico preliminar, com o auxílio da Carta “De Para” ou a Carta de Processo de Utilização Múltipla. Como preocupação final, identificam-se e localizam-se os armazenamentos perigosos, uma vez que esses tipos de armazenamentos exigem cuidados especiais e, portanto, devem ficar isolados no espaço. Esse cuidado deve-se à necessidade de situá-los a uma distância segura de qualquer local onde se realize trabalho. Tais construções serão realizadas com cuidados especiais, como instalação elétrica blindada, piso antifaísca, local fresco e ventilado etc.

5.8 Questionário

5.8.1 Suponha uma pequena fábrica que possua o seguinte Fluxo do Material inter-Departamental.



Sabendo-se que os departamentos necessitam das áreas: 01 → 40 m²; 02, 03, 04, 07, 08, 09, 11, 12, 13, 15 e 16 → 15 m²; 05 → 25 m²; 06 → 20 m²; 10 → 45 m²; 14 → 30 m²; 17 e 18 → 24 m²; 19 e 20 → 21 m²; e 21 → 35 m².

Determine o gráfico de relação das Áreas.

5.8.2 Suponha uma fábrica com 8 departamentos a saber: departamentos: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; e, 8, os quais são responsáveis pela fabricação de 4 produtos: A; B; C; e, D.

A produção diária por produto será: PRODUTO A = 5;
 PRODUTO B = 25;
 PRODUTO C = 30;
 PRODUTO D = 40.

A carta de Processo de Utilização Múltipla é a seguinte:

Departamento	A	B	C	D
1	▽	▽	▽	▽
2	○	○	○	○
3	○	○	○	○
4	○	○	○	○
5	○	○	○	○
6	○	○	○	○
7	○	○	○	○
8	▽	▽	▽	▽

Supondo que cada departamento necessita de 20 m² (5 x 4 m) e que dispomos de um galpão de 160 m² (10 x 16 m), estude o layout.

5.8.3 Seja uma fábrica com 6 produtos (A, B, C, D, E e F) que seguem os seguintes fluxos de fabricação em 16 seções:

- A: 1 - 2 - 3 - 6 - 8 - 7 - 11 - 13 - 16
- B: 1 - 3 - 4 - 6 - 9 - 10 - 11 - 15 - 16
- C: 1 - 5 - 4 - 6 - 7 - 11 - 14 - 13 - 16
- D: 1 - 4 - 6 - 7 - 11 - 12 - 13 - 14 - 16

E: 1 - 5 - 4 - 3 - 6 - 8 - 9 - 11 - 15 - 16

F: 1 - 3 - 4 - 6 - 7 - 11 - 13 - 16

As seções ocupam as seguintes áreas:

1, 6, 11 e 16 – 60 m²;

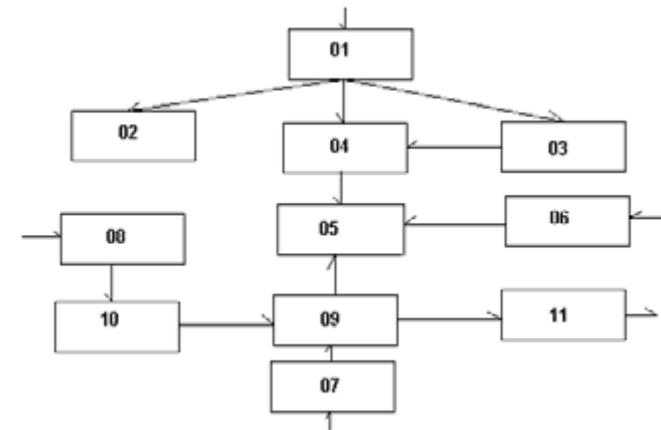
2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14 – 20 m²;

5, 10 e 15 – 15 m².

Utilizando a Carta “De - Para”, projete um *layout* para a situação descrita.

5.8.4 Suponha uma fábrica com as seguintes necessidades de áreas e Fluxo do Material Inter-Departamental:

Identificação	Nº de Arranjo Físico	Área (m ²)	Risco de Incêndio	Substâncias Extintoras
Recepção	01	9,0	Pequeno	Água e CO ₂
Exposição	02	12,0	Pequeno	Água e CO ₂
Diretoria	03	16,0	Pequeno	Água e CO ₂
Escritório	04	42,0	Pequeno	Água e CO ₂
Refeitório	05	30,0	Pequeno	Água e CO ₂
Cozinha	06	15,0	Médio	Água e CO ₂
Vestiários	07	62,0	Pequeno	Água
Matéria Prima	08	18,0	Médio	Água
Montagem	09	210,0	Médio	Água e PQS
Fabricação	10	90,0	Grande	Água e PQS
Produto Acabado	11	80,0	Médio	Água e PQS



Determine o Gráfico de Relação de Áreas.

Capítulo 6

ARRANJO FÍSICO DETALHADO: DIMENSIONAMENTO DO CENTRO DE PRODUÇÃO

Neste capítulo se iniciará a apresentação da segunda etapa da metodologia proposta de elaboração do arranjo físico: a elaboração do arranjo físico detalhado. O estudo, de forma semelhante à elaboração do arranjo físico geral, subdivide-se em duas partes. Dimensionamento do espaço ocupado pelas instalações (de cada posto de trabalho) e, em seguida, o que será apresentado no próximo capítulo, a distribuição dos postos no espaço.

Aqui, todas as necessidades de espaço devem ser devidamente quantificadas e representadas em arranjos físicos individuais para cada centro de produção. O que envolve desde a área para o equipamento e o processo até o espaço necessário para a movimentação dos operadores.

6.1 Introdução

Estabelecido o arranjo físico geral, onde se observou principalmente a obediência ao princípio da integração, passa-se para o projeto dos arranjos físicos detalhados de cada instalação.

Inicialmente, faz-se necessário determinar de maneira precisa o espaço ocupado por cada posto de trabalho, desta feita de

maneira definitiva, uma vez que se trabalhará com dimensões reais requeridas por cada atividade.

Os estudos que foram desenvolvidos procurando simplificar a obtenção das áreas necessárias a uma planta industrial não são precisos, uma vez que na prática o problema do arranjo físico é conceituado de forma muito ampla. Imagine-se as diferenças entre postos de trabalho de ramos industriais distintos como, por exemplo, uma fabricação de peças de vestuário e uma indústria metalúrgica pesada.

Qualquer que seja o projeto estudado, o correto dimensionamento de áreas é estabelecido em quatro níveis:

- 1º) Dimensionamento da área do centro de produção.
- 2º) Dimensionamento da área do conjunto de centros de produção.
- 3º) Dimensionamento da área do departamento.
- 4º) Dimensionamento da área da fábrica.

Ou seja, o problema restringe-se ao dimensionamento da área do centro de produção, uma vez que as três etapas subsequentes são conseqüência, simplesmente de somas consecutivas.

O Centro de Produção é uma unidade em funcionamento que representa, caso a indústria fosse um ser, verdadeiramente a célula da fábrica, ou, de outra maneira, é o equipamento, o operador, as ferramentas, os acessórios, em suma todo o espaço necessário ao seu pleno funcionamento.

Na elaboração do projeto, é importante que o projetista disponha de uma relação onde se encontram enumeradas todas as possibilidades de ocupação de áreas pelo centro de produção ou posto de trabalho. Deverão constar dessa relação às possibilidades de áreas para:

- o equipamento,
- o processo,
- o operador na operação,
- o acesso dos operadores,

- o acesso da manutenção,
- o acesso dos meios de transporte e movimentação,
- as matérias primas não processadas,
- as peças processadas,
- os refugos, os cavacos, os resíduos etc,
- as ferramentas, dispositivos, instrumentos etc,
- os serviços da fábrica: iluminação, ventilação, aquecimento, água ar comprimido etc,
- os dispositivos legais,
- circulação e outras áreas.

É importante ressaltar que o recomendado é observar se há a necessidade de áreas. Dificilmente um determinado centro de produção ou posto de trabalho necessitará de todas essas possibilidades. Além disso, deve ser observado que uma área projetada para um certo fim, pode ser utilizada com outra finalidade, desde que os dois eventos não aconteçam ao mesmo tempo.

6.2 Área para o equipamento

Consiste da projeção do equipamento sobre o plano horizontal, ou seja, o espaço necessário para o seu simples posicionamento estático na fábrica.

Essa área pode ser obtida de duas formas distintas: medindo-se diretamente a máquina ou máquina semelhante, evidentemente no caso de existir essa possibilidade, ou utilizando-se de catálogos dos fabricantes.

6.3 Área para o processo

Consiste de toda a área necessária ao equipamento para que esse possa executar suas operações de processamento perfeitamente e sem limitações.

Deverão ser consideradas as áreas para alimentação das máquinas como nos tornos automáticos, para o deslocamento de

seus componentes, como nas fresadoras, para a retirada da peça depois do processamento, como nas plainas de mesa, para colocação e retirada de dispositivos, como nos tornos-revolver, para a preparação do *set-up* da máquina, como nas prensas, na colocação de estampas etc.

Da mesma forma, essa área é obtida a partir de: análise do processo, da movimentação do material e da preparação da máquina no caso de existir essa possibilidade ou através do catálogo de fabricantes e especificações técnicas.

Asduas áreas anteriores serão registradas em planta, podendo a primeira ser representada por linha cheia e a segunda por pontilhado.

Esse registro é denominado diagrama ou carta do equipamento.

6.4 Área para o operador na operação

Neste caso, devem ser previstas as áreas necessárias aos deslocamentos e a movimentação que o operador terá que efetuar para que, a operação industrial possa ser realizada.

Há três possibilidades de ocupação de áreas pelo operador:

1^a) Com relação ao deslocamento do operador relativamente à máquina. Neste caso são identificadas as diferentes posições de trabalho do operador na operação além dos deslocamentos necessários para atingir essas diferentes posições. Essa área pode ser obtida através da análise de micromovimentos dos membros envolvidos ou através de tabelas de engenharia humana. O registro efetuado sobre a carta do equipamento, sobrepõe-se a área para a movimentação do operador. Como resultado obter-se-á o diagrama ou carta do operador e do equipamento.

2^a) Em cada posição, estuda-se a movimentação que o operador deve efetuar para a realização do trabalho observando-se o deslocamento de todos os membros envolvido na atividade. As áreas

as podem ser obtidas através da análise dos micromovimentos ou do uso de tabelas de engenharia humana. Uma técnica que pode ser utilizada é a carta de operações, ou análise das duas mãos. Esta área sobrepõe-se à carta do operador e do equipamento.

3ª) Devem ser analisados ainda os aspectos de higiene e segurança, como a plena liberdade de movimentação, assentos ergonômicos para os operários, além de alguns aspectos psicológicos envolvidos, como sensação de enclausuramento, de falta de segurança ou semelhantes. Esta área deve ser obtida através da análise de movimentos, das tabelas de engenharia humana e da observação e bom senso. Pode-se sobrepor esta área à carta do operador e do equipamento.

6.5 Área para acesso dos operadores

Também deve-se estudar a entrada e a saída do operador no centro de produção, reservando-se área específica para esse fim. Esse acesso deverá ser de tal forma a permitir livre movimentação com segurança e rapidez. A análise é realizada através do estudo do deslocamento do operário ou do uso de tabelas de engenharia humana. Deve-se adicionar esta área à carta do operador e do equipamento.

6.6 Área para acesso e para manutenção

Observe-se que a manutenção é imprescindível em quase todos os processos industriais, logo, é extremamente relevante que se destine áreas específicas para que a manutenção possa efetuar as tarefas de sua responsabilidade com conforto e segurança.

Devem ser dimensionadas tanto as áreas para serviços regulares de manutenção preventiva, como áreas adicionais para a manutenção corretiva e manutenções excepcionais, lubrificações, limpeza, inspeção e substituição de peças.

Não se deve esquecer que os componentes principais da máquina podem também exigir manutenção, e levar em conta as dimensões da mesa, dos eixos principais e as áreas necessárias para sua remoção.

Considere-se ainda que a manutenção, freqüentemente, deve agir com os equipamentos próximos em pleno funcionamento, e que esse trabalho não deve interromper o ciclo normal dos equipamentos vizinhos. Esta etapa pode ser realizada através da análise de movimentos da manutenção, depois de levantadas as manutenções críticas sob o aspecto de espaço ou através de tabelas de engenharia humana.

6.7 Área para o acesso dos meios de transporte e movimentação

Como o meio de transporte necessita rotineiramente alimentar e descarregar o centro de produção, deve-se, então, prever que há necessidade de área para o transporte atingir o centro de produção e que o mesmo necessita de espaço para retirar e colocar material.

Nesse caso, dimensiona-se os corredores de acesso, bem como as áreas para carga e descarga no centro de produção. Diferentes problemas existirão, de acordo com o tipo de transporte utilizado.

No caso de monovia, ponte rolante ou qualquer equipamento de transporte que utilize o transporte por via aérea o acesso à estação de trabalho se torna bastante simples, pois basta prever área para a movimentação do operário do transporte.

No caso de quaisquer outros equipamentos que utilizem o chão da fábrica para deslocamento, como empilhadeiras e carrinhos, o acesso deverá existir para o meio de transporte e para seu operador. Para o dimensionamento, deve-se utilizar tabelas para projetar corredores adequados ao meio de transporte utilizado ou catálogos do fabricante ou manuais de movimentação de materiais e estudar o método de empilhamento, capacidade das caixas

que transportam as peças, demanda de peças, método de carga e descarga e os locais adequados, quando for o caso, para separação de materiais ou componentes diferentes.

6.8 Materiais não processados e para peças processadas

Nos processos intermitentes, a peça em processamento é transportada em lotes, que ficam ao lado da máquina à espera do processamento. Deve-se, portanto, reservar área para essa demora e cuidar para que não haja interferência de áreas, o que iria prejudicar o bom desempenho da operação.

Este dimensionamento está estritamente relacionado com a programação e pode-se adotar, como cuidado principal, o dimensionamento da área, prevendo-se as condições mais desfavoráveis (estoque máximo) para que, se esta vier a ocorrer, não vá prejudicar o funcionamento do centro de produção.

Deve-se também considerar a necessidade de processamento de duas ou mais peças diferentes, e que a espera do processamento deve ser suficiente, também neste caso.

Muitas fábricas possuem almoxarifado de semi-processados onde armazenam esses materiais, evitando, dessa forma, super dimensionamento dos centros de trabalho.

Deve ser previsto, no mínimo, área para dois contenedores para materiais não processados e dois para os processados: a que está sendo processada, e a que está a espera do término do processamento, para que a operação não sofra interrupção. Esse dimensionamento levará em conta: o sistema de programação e entrega de materiais, a quantidade de matéria prima a ser estocada, a dimensão da matéria prima, o método do armazenamento e o método de transporte.

6.9 Área para refugos, cavacos e resíduos

Determinadas operações industriais produzem sobras de materiais que, muitas vezes, são de volumes significativos, o que conduz à necessidade da previsão de área especificamente destinada para tal fim.

A produção industrial, como a usinagem em tornos, as operações de prensa, plaina ou fresadora, o processamento do vidro, as injetoras de plástico, alumínio ou latão, as fundições de ferro e aço, somente para citar alguns exemplos, produzem refugos, cavacos, tiras, aparas, batoques, sobras, canais, maçalotes, simultaneamente com a produção de peças boas e, muitas vezes, superando o volume das peças produzidas. Não se deve esquecer a forma específica de atuação da movimentação de materiais ou de recolhimento da sucata, inclusive compreendendo vários materiais diferentes na mesma máquina, às vezes em operações quase simultâneas. É necessária a sua separação, tendo em vista posterior utilização ou a venda da sucata já classificada, assim, o dimensionamento deve ser previsto com suficiente área para todos os contenedores.

A frequência da retirada do material também é determinante. Algumas indústrias possuem sistema de coleta durante o expediente em horários pré-fixados, outras só recolhem os contenedores ao fim da jornada de trabalho e, em outras ainda, o operário da máquina retira o contenedor do centro de produção quando for processar outro material ou quando completou a capacidade do depósito. Dessa forma é necessário conhecer a liberação de sobras por período de tempo, a necessidade de processamento de um ou vários materiais diferentes e de sua separação.

Finalmente, é igualmente importante verificar as principais características do material, como sua forma física, impregnação de óleo, arestas cortantes, dimensões máximas e mínimas, fragilidade etc.

6.10 Área para ferramenta, dispositivos e instrumentos

O que irá determinar essa área é a política adotada pela empresa para o trato desses itens.

Algumas vezes, o setor encarregado da movimentação se encarrega do transporte do ferramental necessário à operação, que é entregue no centro da produção juntamente com a matéria prima a ser processada, utilizando dessa forma, a área já dimensionada para materiais.

Outras vezes o ferramental é colocado ao lado da máquina, ficando o operário responsável por sua guarda e manutenção.

Em outras, a movimentação libera as ferramentas a serem utilizadas pelas máquinas correspondentes a um dia de trabalho, e a área deve ser tal que, nas piores condições, possibilite a guarda do ferramental.

Dessa forma faz-se necessário conhecer: o sistema de programação e entrega do ferramental, o número de peças do ferramental, as dimensões do ferramental, seu método do armazenamento e de transporte.

6.11 Área para serviços de fábrica

Quando o centro de produção necessita de alguns serviços de fábrica, como água, iluminação, ventilação, aquecimento, ar comprimido etc, essas áreas devem ser localizadas de forma a não prejudicar o bom desempenho do centro de produção. Convém lembrar que esses serviços estão em posição fixada em relação ao equipamento e que não podem ocupar áreas vitais para o processamento e movimentação.

Torna-se necessário, então, definir os serviços de fábrica que são necessários, verificar como esses serviços são conduzidos ao centro de produção, levantar as suas dimensões, verificar o seu

relacionamento com o centro de produção: iluminação, por exemplo, como e onde deve-se colocar.

6.12 Área para atendimento aos dispositivos legais

O Brasil dispõe de uma ampla legislação que, se cumprida, possibilita o desempenho da operação industrial com conforto e segurança. Dessa forma, como decorrência ter-se-á satisfeito os princípios de higiene e segurança do trabalho, contribuindo assim com a satisfação dos trabalhadores envolvidos o que, sem dúvidas, eleva decisivamente a produtividade da fábrica projetada.

Neste momento serão destacados alguns aspectos gerais, uma vez que em capítulos posteriores se descerá a especificidades, particularmente no capítulo seguinte que tratará do estudo do fluxo.

Considere-se inicialmente que em nenhum local de trabalho deverá haver acúmulo de máquinas, materiais ou produtos acabados, de tal forma que constitua risco de acidentes para os empregados.

Não se deve deixar espaço insuficiente para a circulação em torno das máquinas, de maneira que não permita seu livre funcionamento, ajuste, reparo ou manuseio de produtos acabados;

Finalmente, entre as máquinas de qualquer local de trabalho, instalação ou pilhas de materiais deverá haver passagem livre, de pelo menos 0,80 m. (oitenta centímetros), que será de 1,30 m. (um metro e trinta centímetros), quando entre as partes móveis da máquina.

6.13 Áreas para circulação

Deve-se proceder com os equipamentos de transporte da mesma forma que no dimensionamento de áreas para os equipamentos de produção. Ou medindo-se equipamentos semelhantes ou através de catálogos e especificações técnicas dos fabricantes.

De uma maneira geral, recomendam-se as dimensões da Tabela 6.1 seguinte para as passagens internas.

Tabela 6.1 Dimensões para Passagens Internas

Tipo de Tráfego	Sentidos		Recipiente (m)	Circulação (m)
	1	2		
Pessoas		x		0,9
Pessoas e Carrinhos Manuais	x		0,8	1,2
Empilhadeiras	x		1,2	2,4
Empilhadeiras		x	2,4	3,3
Tratores		x	2,4	3,6

6.14 Resumo

Estabelecido o arranjo físico geral, onde se observou principalmente a obediência ao princípio da integração, passa-se para o projeto dos arranjos físicos detalhados de cada instalação.

Inicialmente, faz-se necessário determinar-se de maneira precisa o espaço ocupado por cada posto de trabalho, feito de maneira definitiva, uma vez que se trabalhará com dimensões reais requeridas por cada atividade.

O dimensionamento de áreas é estudado em quatro níveis: dimensionamento da área do centro de produção, dimensionamento da área do conjunto de centros de produção, dimensionamento da área do departamento, dimensionamento da área da fábrica.

Ou seja, o problema restringe-se ao dimensionamento da área do centro de produção, uma vez que as três etapas subsequentes são simplesmente somas consecutivas.

O Centro de Produção é uma unidade em funcionamento independente da fábrica, ou, de outra forma, é o equipamento, o operador, os acessórios e todo o espaço necessário ao seu pleno funcionamento. É a célula da fábrica.

Deverão ser dimensionadas áreas para: o equipamento, o processo, o operador na operação, o acesso dos operadores, o acesso da manutenção, o acesso dos meios de transporte e movimentação, as matérias primas não processadas, as peças processadas, os refugos, os cavacos, os resíduos etc, as ferramentas, dispositivos, instrumentos etc, os serviços da fábrica como iluminação, ventilação, aquecimento, água, ar comprimido etc, o atendimento aos dispositivos legais, área para circulação etc.

A área para o equipamento é a projeção estática do equipamento, ou seja, o espaço necessário para o seu simples posicionamento na fábrica.

Entende-se por “área para o processo” como toda a área indispensável ao equipamento para que esse possa executar perfeitamente e sem limitações as suas operações de processamento.

No caso de área para o operador, analisam-se, os deslocamentos e a movimentação que o operador terá que efetuar para que, em conjunto com o equipamento, possibilite a obtenção de operação industrial.

Deve-se estudar como será feita a entrada e a saída do operador no centro de produção. Esse acesso deverá ser de tal forma a permitir livre movimentação com segurança e rapidez.

Deve-se considerar que a manutenção é imprescindível em quase todos os processos industriais, logo, é imprescindível a destinação de áreas para que a manutenção possa livremente efetuar as tarefas de sua responsabilidade.

Devem ser levantadas: área para serviços regulares de manutenção preventiva, áreas adicionais para a manutenção corretiva e manutenções excepcionais, lubrificações, limpeza, inspeção, substituição de peças.

Não se deve esquecer que os componentes principais da máquina podem também exigir manutenção, e levar em conta as dimensões da mesa, dos eixos principais e as áreas necessárias para sua remoção.

Deve-se considerar que a manutenção freqüentemente deve agir com os equipamentos próximos em pleno funcionamento, e que esse trabalho não deve interromper o ciclo normal dos equipamentos vizinhos, e nem deve o homem da manutenção estar sujeito a acidentes provocados pelo seu mau posicionamento.

O meio de transporte necessita constantemente retirar e colocar peças para o processamento. Deve-se, então, prever que há necessidade de o transporte atingir o centro de produção e que o transporte necessita retirar e colocar material.

Nesse caso, deve-se dimensionar corredores de acesso, e prever como será a carga e descarga no centro de produção. Diferentes problemas existirão, de acordo com o tipo de transporte utilizado.

No caso de transporte aéreo, a movimentação é feita utilizando-se a terceira dimensão. Neste caso o acesso à estação de trabalho se torna bastante simples, pois basta o acesso do operário do transporte.

No caso de transporte terrestre, o acesso deverá existir para o meio de transporte e para seu operador.

Freqüentemente a peça é transportada em lotes, que ficam ao lado da máquina à espera do processamento. Deve-se, portanto, reservar área para essa demora, e cuidar para que não haja interferência de áreas, o que iria prejudicar o bom desempenho da operação.

Este dimensionamento está estritamente relacionado com a programação, e pode-se adotar como cuidado principal o dimensionamento da área, prevendo-se as condições mais desfavoráveis para que, se esta vier a ocorrer, não vá prejudicar o funcionamento do centro de produção.

Deve-se, também, considerar a necessidade de processar duas ou mais peças diferentes, e que a espera do processamento deve ser suficiente também neste caso.

Muitas fábricas possuem almoxarifado de semi-processados onde armazenam os materiais em processamento, evitando, dessa forma, super dimensionamento dos centros de trabalho.

Deve-se prever, no mínimo, área para dois recipientes de materiais não processados: a que está sendo processada, e a que está à espera do término desse primeiro recipiente, para que a operação não sofra interrupção.

Os processos industriais que geram sobras levam à necessidade da previsão de área especificamente destinada para tal fim.

Condicionando a necessidade de área, está também a específica forma de atuação da movimentação de materiais ou recolhimento da sucata.

A freqüência da retirada do material também é determinante, algumas indústrias possuem sistema de coleta durante o expediente em horários pré-fixados, outras só recolhem os depósitos ao fim da jornada de trabalho, e em outras, ainda, o operário da máquina retira o depósito do centro de produção quando for processar outro material ou quando lotou a capacidade do depósito.

Muitas vezes a movimentação de materiais se encarrega do transporte do ferramental necessário à operação, que é entregue no centro da produção juntamente com a matéria prima a ser processada, utilizando dessa forma, a área já dimensionada para materiais.

No entanto, em algumas indústrias o ferramental é colocado ao lado da máquina, e o operário é o responsável por sua guarda e manutenção.

Outras vezes a movimentação libera as ferramentas das máquinas para um dia de trabalho, e a área deve ser tal que, nas piores condições, possibilite a guarda do ferramental.

O centro de produção pode exigir alguns serviços de fábrica: água, iluminação, ventilação, aquecimento, ar comprimido etc. Essas áreas devem ser localizadas de forma a não prejudicar o bom desempenho do centro de produção. Convém lembrar que esses serviços estão em posição fixa em relação ao equipamento e que não podem ocupar áreas vitais para o processamento e movimentação.

A análise do trabalho e o dimensionamento de áreas conduzem a um projeto que, sem dúvida, possibilita o desempenho da operação industrial com conforto e segurança. Dessa forma, como decorrência ter-se-á satisfeito os textos legais correlatos em que especificamente, determinam-se as condições de trabalho para os centros de produção, como por exemplo: em nenhum local de trabalho deverá haver acúmulo de máquinas, materiais ou produtos acabados, de tal forma que constitua risco de acidentes para os empregados; deixar-se-á espaço suficiente para a circulação em torno das máquinas, a fim de permitir seu livre funcionamento, ajuste, reparo e manuseio de produtos acabados; entre as máquinas de qualquer local de trabalho, instalação ou pilhas de materiais deverá haver passagem livre, de pelo menos 0,80 m. (oitenta centímetros), que será de 1,30 m. (um metro e trinta centímetros) quando entre as partes móveis da máquina.

Finalmente, recomendam-se as dimensões da Tabela 6.1 para dimensionar os corredores para passagens internas.

6.15 Questionário

6.15.1 Projete a sala de estudos para dois professores, composta dos equipamentos conforme Tabela 6.2.

Tabela 6.2 Necessidades de Áreas para Ambiente de Professores

ÍTEM	QUANTIDADE	DIMENSÕES (frente x profundidade)	PROCESSO (m)
Escrivaninha	02	1,25 m x 0,70 m	Gavetas com 0,42
Mesa p/ computador	02	0,92 m x 0,80 m	-
Mesa impressora	02	0,50 m x 0,30 m	Avanço de 0,10
Mesa telefone	02	0,30 m x 0,30 m	-
Cadeira	08	0,40 m x 0,40 m	Afastamento 0,20 m
Armário duas portas	02	0,90 m x 0,40 m	Porta 0,45 m
Estante	02	1,50 m x 0,40 m	-
Lixeira	02	0,25 m x 0,25 m	-

6.15.2 Projete a Secretaria de um Departamento da Universidade, de modo a atender as necessidades de áreas, conforme Tabela 6.3.

Tabela 6.3 Necessidades de Áreas para uma Secretaria

ÍTEM	QUANTIDADE	DIMENSÕES (frente x profundidade)	PROCESSO (m)
Escrivaninha	01	1,25 m x 0,70 m	Gavetas com 0,42
Mesa p/ computador	01	0,92 m x 0,80 m	-
Mesa impressora	01	0,50 m x 0,30 m	Avanço de 0,10
Mesa telefone	01	0,30 m x 0,30 m	-
Cadeira	06	0,40 m x 0,40 m	Afastamento 0,20 m
Armário duas portas	02	0,90 m x 0,40 m	Porta 0,45 m
Estante	01	1,50 m x 0,40 m	-
Lixeira	01	0,25 m x 0,25 m	-
Armário pequeno	01	0,47 m x 0,72 m	Porta 0,43 m
Arquivo para pastas	01	0,49 m x 0,72 m	Gaveta 0,65 m
Balcão atendimento	01	Largura 0,62 m	-

Capítulo 7

ARRANJO FÍSICO DETALHADO: ESTUDO DO FLUXO

O estudo do fluxo consiste na determinação da melhor seqüência de movimentação dos materiais através das etapas exigidas pelo processo, esta melhor seqüência será aquela que permita que o material se movimente progressivamente durante o processo, sem retornos, desvios, cruzamentos etc.

Toda vez que a movimentação dos materiais for parte preponderante no processo de fabricação, a análise do fluxo de materiais será à base do planejamento das instalações, buscando-se aquele que permita o menor custo de movimentação interna de materiais.

Isso é válido principalmente quando os materiais são volumosos ou pesados, ou quando sua quantidade é grande, ou ainda quando os custos de transporte e movimentação são mais altos que os custos de operação, armazenagem e inspeção.

7.1 Introdução

Em função do tipo de produção a ser utilizado (contínuo, intermitente repetitivo ou intermitente sob encomenda) utiliza-se uma ferramenta diferenciada. Para o tipo contínuo, utiliza-se a carta de processo simples ou fluxograma, em seguida, o mapofluxograma e, finalmente, o arranjo físico. Para o tipo intermitente utiliza-se

a carta de processo de utilização múltipla ou a carta “de para”, em seguida a malha de relacionamento e, finalmente, o arranjo físico.

É importante, para facilitar a elaboração do projeto, utilizar-se como pano de fundo ao estudo, alguns dos tipos de fluxos de produção vistos na Figura 7.1 seguinte.

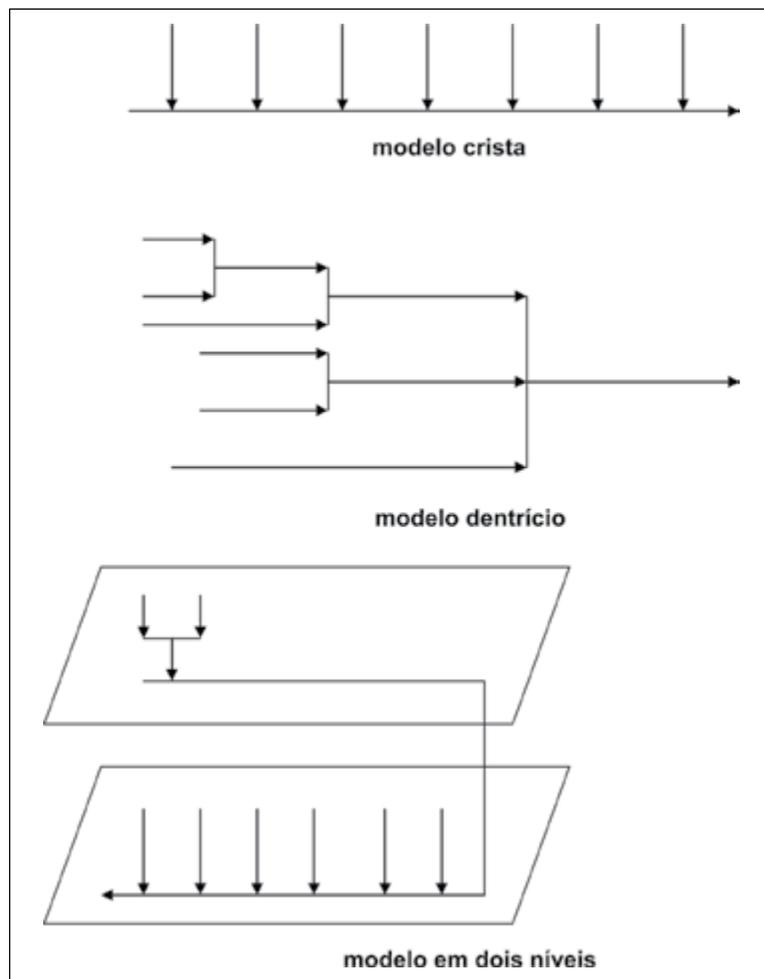


Figura 7.1 Tipos de Fluxo de Produção

Para a alocação das máquinas, é usual utilizar-se um dos esquemas conforme a Figura 7.2.

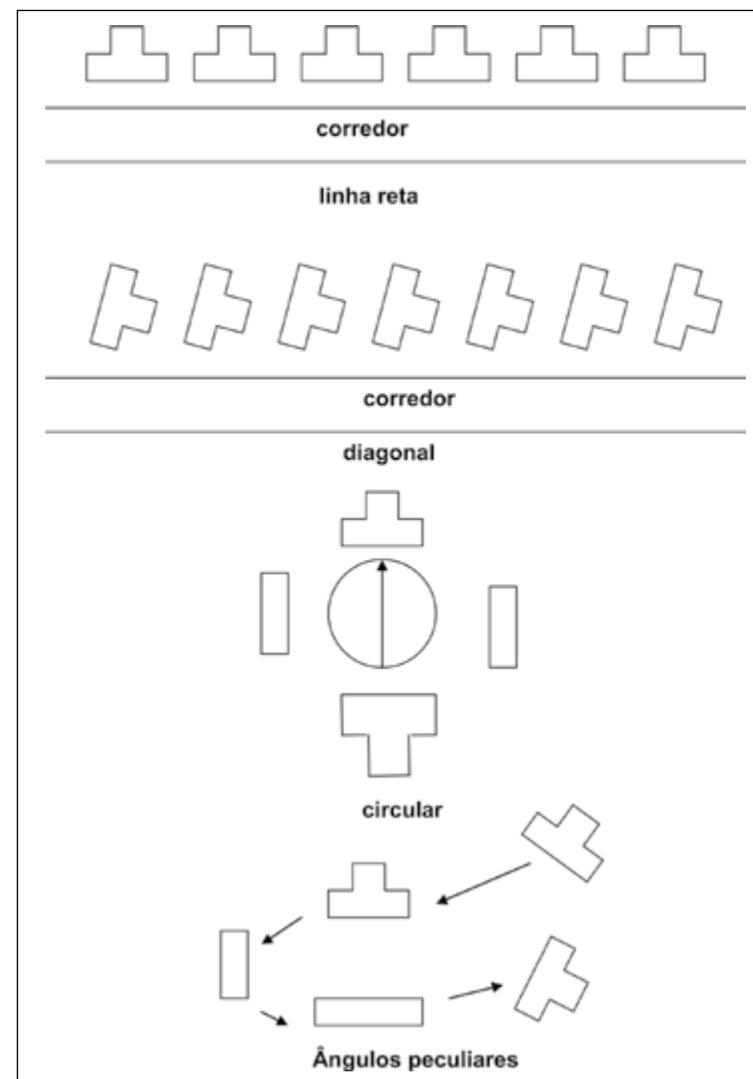


Figura 7.2 Arranjos Físicos de Máquinas

Veja-se, inicialmente, a sistemática de elaboração do arranjo físico detalhado para o processo de produção contínuo.

7.2 Arranjo físico para produção contínua

Inicialmente, estabelece-se a carta de processo simples, para formalizar toda a seqüência de operações necessárias ao processo em análise.

Seja no estudo da fabricação de uma peça, de um produto, ou de várias peças ou produtos que tenham linhas de produção independentes, efetua-se a decisão de como integrar os elementos produtivos após o levantamento dos dados através da carta do processo.

Há quem use inicialmente uma carta de processo simplificada, na qual só se colocam operação e inspeção ou outros itens estritamente essenciais ao processo e, desse registro, levanta-se o arranjo esquemático das estações de trabalho.

Posteriormente, depois da configuração inicial obtida, estudam-se as demoras, os armazenamentos e os transportes. Assim se procedendo para não sobrecarregar o estudo com elementos que podem ser deixados para uma análise posterior.

7.2.1 Carta de processo simples

Neste caso de processos de produção contínuos, praticamente a carta de processo simples ou fluxograma levam ao arranjo final. A seqüência a ser seguida é a elaboração do fluxograma, em seguida o mapofluxograma e, finalmente, o arranjo físico final.

É utilizada a simbologia padronizada pela Associação Norte-Americana de Engenheiros Mecânicos (BARNES, 1963), reproduzidos na Figura 7.3.

Veja sua utilização no processo de fabricação de fichas conforme Figura 7.4.

Símbolo	Ação	Resultado da Ação
O	Operação	Fabrica ou Executa
^	Transporte	Movimenta
	Inspeção	Interfere
D	Espera	Interfere
	Armazena	Guarda

Figura 7.3 Simbologia para Representação do Fluxograma

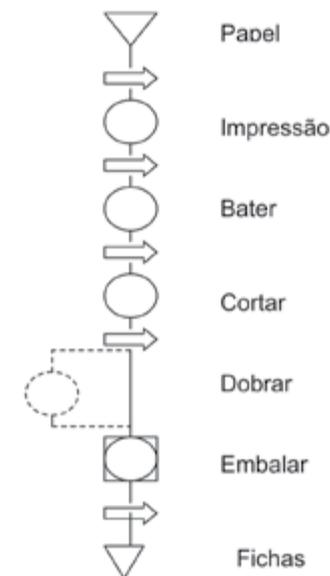


Figura 7.4 Fluxograma para Fabricação de Fichas

7.2.2 Mapofluxograma

Estabelecido o fluxograma, passa-se a segunda etapa: o desenho do mapofluxograma, que consiste do rabatimento do fluxograma em um plano ou em uns planos horizontais, conforme for o caso.

Veja-se o exemplo da fabricação de fichas (Figura 7.5).

Como se vê, ao se desenhar os postos de trabalho onde as operações se realizam, o arranjo físico está concluído.

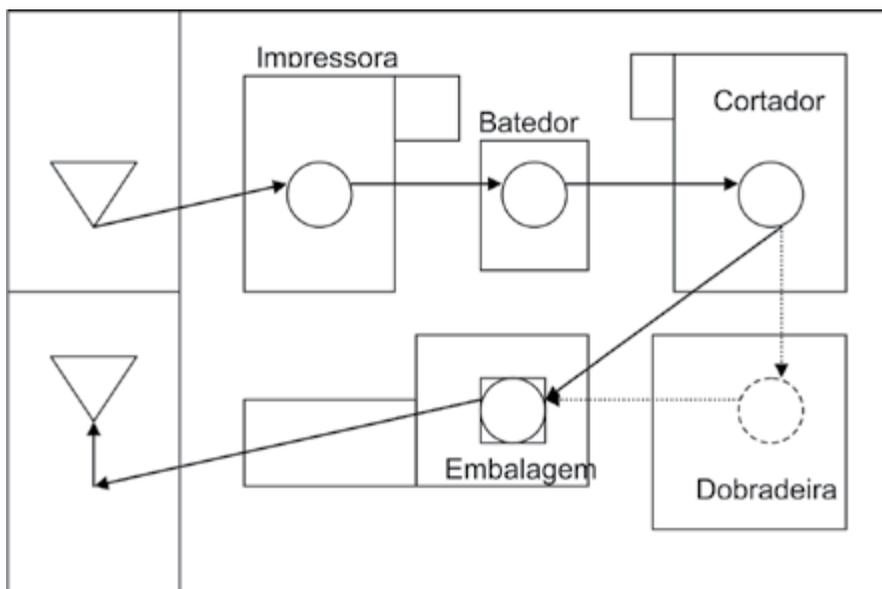


Figura 7.5 Mapofluxograma da Fabricação de fichas

7.3 Arranjo físico para produção intermitente

Dependendo da produção estudada pode-se utilizar uma das duas ferramentas seguintes: Carta de Processo de Utilização Múltipla ou Carta “De Para”.

7.3.1 Carta de processo de utilização múltipla

O uso desta ferramenta é recomendado, quando não há uma grande quantidade de tipos de peças ou produtos a ser fabricado, ou seja, é um processo de representação relativamente simples.

Veja o exemplo seguinte: Seja uma fábrica com 4 produtos (A; B; C; e, D), de dimensões/volumes e quantidades produzidas semelhantes, que seguem os seguintes fluxos de fabricação em 12 postos de trabalho:

- A: 1 - 2 - 7 - 5 - 6 - 13 - 14
- B: 1 - 3 - 5 - 7 - 9 - 11 - 14
- C: 1 - 4 - 8 - 5 - 6 - 13 - 14
- D: 1 - 3 - 5 - 8 - 10 - 12 - 14

Considerando-se os postos de trabalho iguais (2 x 2 m), distâncias entre postos e entre postos e parede de 2 m, e que 1 e 14 representam estocagens de matérias primas e de produtos acabados respectivamente com necessidades de 42 m² de área cada.

Inicialmente, representa-se através da Carta de Processo de Utilização Múltipla os processos de fabricação dos quatro produtos conforme a Figura 7.6.

Em seguida, com o objetivo de obter um fluxo progressivo com o mínimo de retornos e aproximar ao máximo as operações entre as quais haja uma alta intensidade de fluxo, desenha-se a malha de operações (Figura 7.7).

Finalmente, desenha-se em cada componente da malha o posto de trabalho correspondente, chegando-se ao arranjo físico final (Figura 7.8).

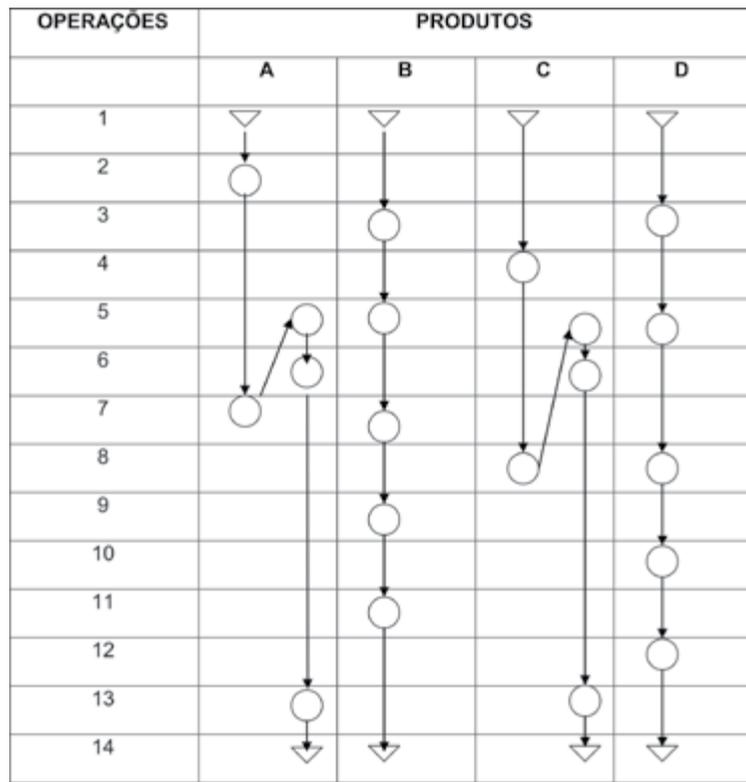


Figura 7.6 Carta de Processo de Utilização Múltipla

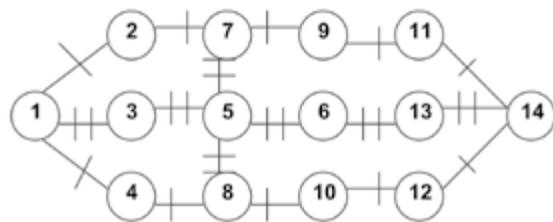


Figura 7.7 Malha de Operações

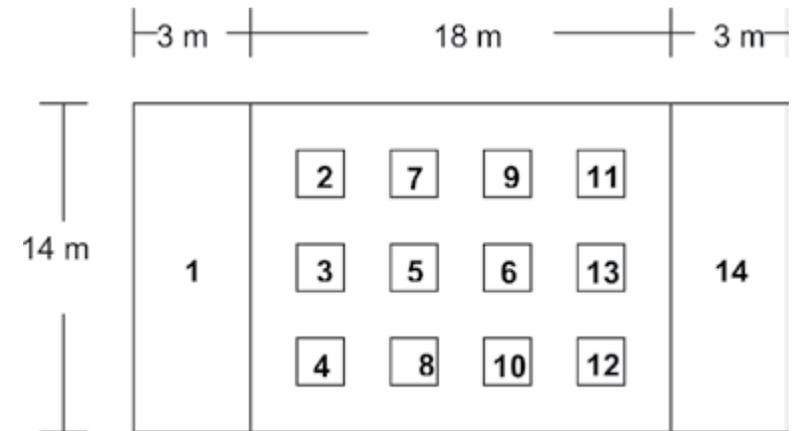


Figura 7.8 Arranjo Físico Final

7.3.1 Carta “De Para”

Esta segunda ferramenta é adequada para situações complexas quando há uma grande quantidade de tipos de peças, produtos ou componentes, inviabilizando a utilização da ferramenta anterior. Observe-se, entretanto, que a carta “De Para” pode ser utilizada para a elaboração de arranjos físicos que utilizem qualquer tipo de produção e de complexidade, inclusive a produção contínua.

Seja uma carta “De Para” (Tabela 7.1) que nos informe sobre o número de movimentos realizados entre dois postos de trabalho quaisquer (em número de 10). Suponha-se 5 produtos: A; B; C; D; e, E; que seguem os seguintes fluxos:

- A. 1 - 2 - 5 - 8 - 9 - 10
- B: 1 - 3 - 6 - 8 - 9 - 10
- C: 1 - 4 - 7 - 8 - 9 - 10
- D: 1 - 2 - 3 - 6 - 5 - 8 - 9 - 10
- E: 1 - 3 - 4 - 7 - 6 - 8 - 9 - 10

Tabela 7.1 Carta “De Para

De/ Para	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10									IIII	5/1
9								IIII	10/2	
8					II	II	I	10/4		
7				II		I	4/3			
6			II		I	6/4				
5		I			4/3					
4	I		I	4/3						
3	II	I	6/4							
2	II	4/3								
1	5/3									

X/Y - X – n.º de movimentos de – para a seção;

- Y – n.º de seções com as quais tem ligação

Em cada quadrícula colocam-se traços indicando que houve movimento de um posto para outro. Por exemplo: entre 1 e 3 temos o fluxo de 2 produtos B e E; entre 8 e 9 temos o fluxo de todos os produtos e assim por diante.

Em seguida coloca-se nas quadrículas da diagonal o número de movimentos realizados “De Para” um dado posto, bastando para isto somar o número de traços nas colunas vertical e horizontal. Ao lado do número total de movimentos coloca-se o número de postos com o posto em questão. Exemplo: na quadrícula da diagonal correspondente ao posto 5, tem-se o número 4/3 indicando que há quatro movimentos entre o posto 5 com três outros postos.

Com os dados da Carta De Para pode-se estabelecer um primeiro esquema teórico da posição relativa dos vários postos. Para tal, coloca-se os posto de início e término dos fluxos dos cin-

co produtos e distribuem-se os demais postos entre aqueles. Liga-se por traços os diversos postos, entre os quais existe movimento, colocando-se o número de movimentos realizados (Figura 7.9).

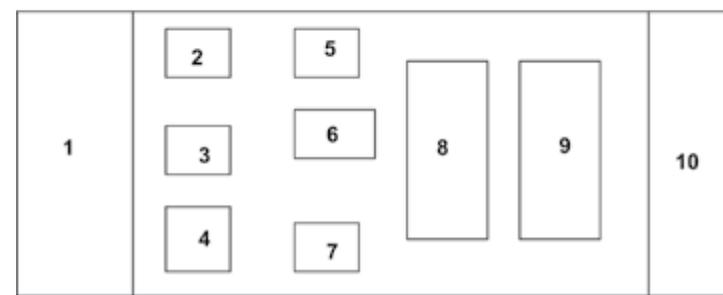
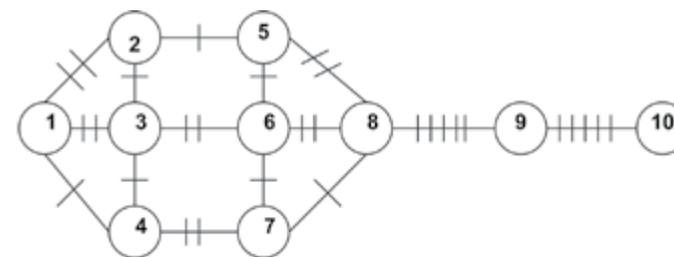


Figura 7.9 Malha e Arranjo Físico

Finalmente, a partir da determinação das áreas, tem-se o Arranjo Físico (Figura 7.9).

7.4 Arranjo físico detalhado e prevenção a incêndios e explosões (VILLAR, 2001)

Conforme Figura 7.10, na elaboração do arranjo físico detalhado para cada instalação, inicia-se determinando os arranjos físicos de cada posto de trabalho, dimensionando-se áreas para o equipamento; o processo; o operador na operação; o acesso dos operadores; o acesso e manutenção; o acesso dos meios de transporte e movimen-

tação; as matérias primas não processadas; as peças processadas; os refugos, os cavacos, os resíduos etc.; as ferramentas, dispositivos, instrumentos etc.; os serviços de fábrica: iluminação, ventilação, aquecimento, água, ar comprimido etc.; e, o atendimento as exigências legais, conforme já demonstrado em capítulo anterior.

Em seguida, passa-se a etapa da identificação em cada posto de trabalho das particularidades passíveis de ocasionar um incêndio.

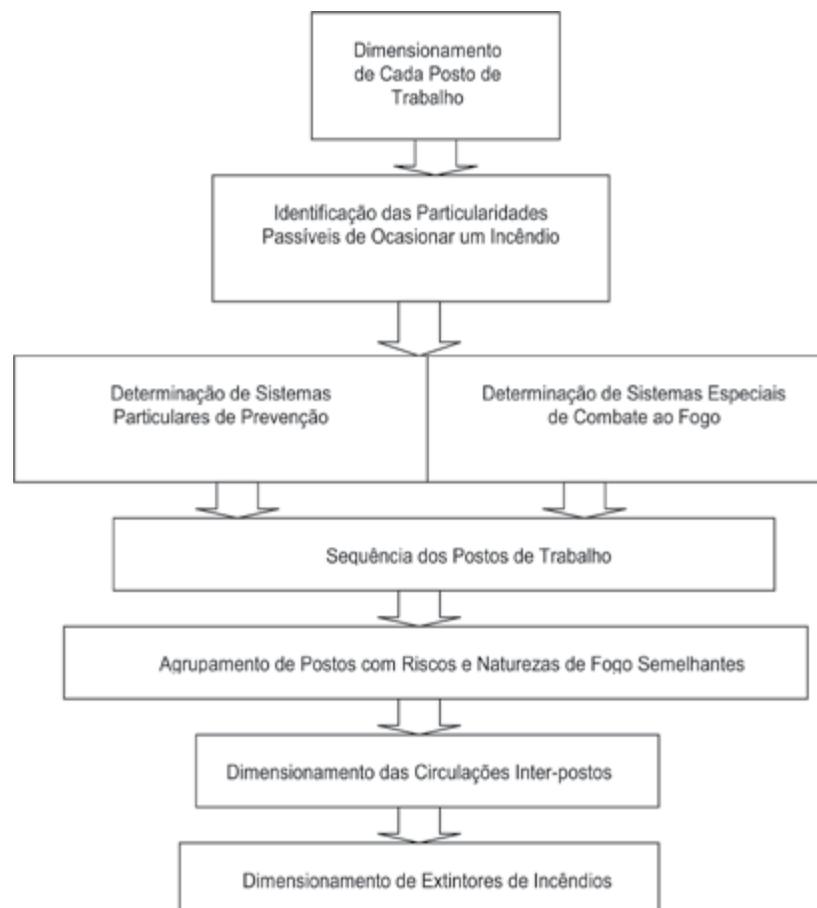


Figura 7.10 Elaboração do Arranjo Físico Detalhado

7.4.1 Identificação das particularidades passíveis de ocasionar um incêndio

Nesta etapa da elaboração do arranjo físico detalhado, torna-se necessário identificar todas as particularidades (situações de riscos) do posto de trabalho passíveis de ocasionar um incêndio.

Como, por exemplo, se as operações realizadas no posto de trabalho geram centelhas ou partículas incandescentes, como é o caso das operações de solda e corte; e/ou se o posto de trabalho necessita de fluidos aquecidos para a realização de suas operações; como também se o posto de trabalho lida com equipamentos aquecidos; ou ainda, caso o posto de trabalho necessite para seu funcionamento do uso de líquidos inflamáveis; e, finalmente, se o posto de trabalho necessita do uso de chama aberta.

7.4.2 Determinação de sistemas particulares de prevenção

A partir da identificação das particularidades passíveis de ocasionar um incêndio, deve-se determinar algum sistema particular de prevenção, independente das medidas coletivas tomadas para a área em que se encontra inserido.

Por exemplo, na situação das operações realizadas no posto de trabalho gerarem centelhas ou partículas incandescentes, como é o caso das operações de solda e corte, deve-se recomendar o enclausuramento deste posto de trabalho com o uso de cortinas metálicas, de amianto ou de água, de modo a que esta incidência de centelhas ou partículas incandescentes fiquem restritas ao posto em que é gerado.

Se o posto de trabalho necessita de fluidos aquecidos para a realização de suas operações, deve-se definir o percurso dos dutos de modo a que não percorram espaços sem vigilância (acima do teto ou abaixo do piso, por exemplo), ou seja, sempre que possível esses dutos devem se situar “aparentes”.

Por sua vez, se o posto de trabalho lida com equipamentos aquecidos, deve-se eliminar desse posto o uso de materiais combustíveis na construção de bancadas ou acessórios.

Caso o posto de trabalho necessite para seu funcionamento do uso de líquidos inflamáveis, deve-se prever o menor armazenamento possível no local de trabalho, em recipientes protegidos, como, por exemplo, com teto flutuante para eliminar o espaço com atmosfera ar-combustível.

Se o posto de trabalho necessitar do uso de chama aberta, este ambiente não pode ser confinado devido ao risco de incêndio e ao de provocar asfixia (monóxido de carbono). Qualquer tipo de queimador deve ser posicionado a pelo menos 15 metros de locais de armazenamento de materiais ou de equipamentos – FUNDACENTRO (1981).

7.4.3 Determinação de sistemas especiais de combate ao fogo

Nesta etapa da elaboração do arranjo físico detalhado, semelhante e em paralelo ao dimensionamento de sistemas particulares de prevenção, deve-se determinar a necessidade de sistemas especiais de combate ao fogo.

Pode ser o caso da instalação de um Gerador de Espuma Mecânica, para recipientes de líquidos inflamáveis; ou de um Sistema Fixo de Gás Carbônico, para o posto de trabalho com equipamentos elétricos/eletrônicos; ou um Sistema *Mulsifyre*, para caldeiras a óleo combustível, maquinaria para misturar e espalhar borracha, fabricação de tintas e vernizes; ou um Sistema *Protectospray*, para postos de trabalho que utilizem gases liquefeitos de petróleo.

7.4.4 Sequência dos postos de trabalho

A reunião dos grupos de postos de trabalho estabelecidos deve obedecer à seqüência requerida pelo tipo de Arranjo Físico

co escolhido para cada processo produtivo, buscando otimizar o fluxo de materiais ou de pessoas, conforme o que for mais relevante para o estudo. Segundo já estudado neste capítulo, no caso de um Arranjo Físico por Produto ou Linear, utilize-se como ferramenta o mapofluxograma; e, para um Arranjo Físico Funcional ou Departamental utilize-se a Carta de Processo de Utilização Múltipla ou a Carta “De Para”.

No caso do Arranjo Físico Celular ser utilizado dentro de uma estrutura departamental, a elaboração do Arranjo Físico detalhado é submetida a um processo inicial de dimensionamento das células, incorporando um método para a formação de famílias de peças: inspeção visual; de análise do fluxo de produção (AFP); ou de classificação por um código, para em seguida, considerando as células como um processo independente, aplicar a Carta de Processo de utilização Múltipla ou a Carta “De Para”.

Colocados os postos de trabalho na seqüência mais adequada, com a utilização da ferramenta mais conveniente para cada caso, têm-se as seções e dos conjuntos de seções têm-se os departamentos.

Finalmente, a partir dos riscos de incêndio e das naturezas de fogo das seções, estuda-se a possibilidade de mais uma vez isolar os riscos e se revisar as necessidades conjuntas de extintores, em termos de quantidades e de tipos de substância extintora, bem como das áreas de circulação e àquelas dedicadas aos equipamentos de prevenção e combate a incêndios.

7.4.5 Agrupamento de postos com riscos e naturezas de fogo semelhantes

Nesta etapa, agrupar-se-á os postos de trabalho, evidentemente, de forma semelhante ao procedimento de elaboração do Arranjo Físico Geral, sem que se perca a racionalidade de fluxo, por semelhança de riscos de incêndio e de natureza do fogo.

Esta medida, lembrando, implicará em fábricas mais seguras e com projetos de combate a incêndios mais econômicos, uma vez que cada unidade extintora, em função do risco, protege uma determinada área de trabalho denominada área de domínio. Assim, uma unidade extintora poderá proteger vários postos de trabalho. Da mesma forma, naturezas de fogo semelhantes propiciam a utilização da mesma substância extintora, reduzindo assim, a quantidade de unidades de combate ao fogo, uma vez que se utilizarão unidades de combate ao fogo para grupos de postos de trabalho.

7.4.6 Dimensionamento das circulações inter-postos

Em seguida, projetam-se todas as necessidades de circulação interpostos, respeitando-se as áreas dedicadas a todos os equipamentos de prevenção e combate ao fogo, especialmente as áreas de extintores, buscando-se otimizar o fluxo de materiais e/ou de pessoas, conforme o que for mais relevante para o estudo.

7.4.7 Dimensionamento de extintores de incêndio

Segue-se o dimensionamento dos extintores de incêndio, de uso obrigatório, qualquer que seja a situação. Esta prática redundará na economia de extintores e de sistemas especiais de combate a incêndio uma vez que naturezas de fogo semelhantes requerem substâncias extintoras idênticas.

Os extintores podem ser constituídos de Extintores Portáteis ou Sobre Carreta e seus corretos dimensionamentos são função da Classe do Incêndio, do Risco Isolado, da Área a ser protegida e das dimensões das instalações.

CLASSES DE INCÊNDIOS

Os incêndios podem se classificar com base nos resultados da combustão, da seguinte maneira:

1. Classe A: enquadram-se os incêndios em materiais de fácil combustão, que deixam resíduos (carvão, cinzas, etc.) após a combustão, queimando na superfície e em profundidade, tais como: papel, tecidos, madeira, cabos de fios telefônicos etc..

A água é o principal agente extintor para essa classe de incêndio, por ter grande poder de penetração o que proporciona a eliminação ou redução de calor.

2. Classe B: são classificados os materiais que queimam somente na superfície e não deixam resíduos de combustão, como acontece com os líquidos inflamáveis: gasolina, óleo, álcool, vernizes, tintas etc..

Para extinguir esse tipo de incêndio utiliza-se o princípio do abafamento, isolando o fogo do oxigênio com gás carbônico, ou pó químico ou espuma (os extintores de espuma estão com sua fabricação proibida pela ABNT).

3. Classe C: incêndio em equipamentos elétricos energizados como: transformadores, quadros de distribuição, motores etc.. Utiliza-se para esse tipo de incêndio materiais não condutores de eletricidade como o gás carbônico (CO₂) ou o pó químico seco. No caso de se desligar a corrente elétrica o incêndio passa a ser combatido como se fosse de classe A ou B.

4. Classe D: incêndio em metais pirofóricos, como magnésio, zircônio e titânio. Incêndios dessa classe são combatidos com pós químicos especiais que formam camadas protetoras impedindo a continuação das chamas (não há extintor específico para esta classe de incêndio).

RISCO ISOLADO

A superintendência de Seguros Privados - SUSEP, para efeito de pagamento da taxa de seguro, divide os riscos nas chamadas Classes de Ocupação enumeradas de 1 a 13 em ordem decrescente de gravidade.

Exemplo:

- Uma fábrica de canetas que utiliza celulóide teria uma Classe de Ocupação 7 porque o risco apresentaria maior gravidade (sem celulóide passaria para 4).

Veja-se um trecho da lista de ocupações:

Rubrica	Ocupação do Risco	Classe de Ocupação
106	CANETAS TINTEIRO 10 - Fábricas: 11- sem emprego de celulóide 12- com emprego de celulóide 20 - Depósitos ou lojas	04 07 03
107	CARIMBOS 10 - Fábricas e Oficinas 20 -Depósitos ou Lojas	05 04
108	CARTÓRIOS	02

Para os fins de proteção sob comando (sistemas de proteção por hidrantes e por extintores), são os riscos isolados, no conceito da Tarifa de Seguro - Incêndio do Brasil, classificados em três classes, de acordo com a natureza de suas ocupações.

CLASSE A*: Riscos isolados cuja classe de ocupação, na Tarifa de Seguros Incêndio do Brasil (TSIB) seja 1 e 2, excluídos os “depósitos” que devem ser considerados como Classe B*.

CLASSE B* : Riscos isolados cuja classe de ocupação, na TSIB sejam 3, 4, 5 ou 6, bem como os “depósitos” de classe de ocupação 1 e 2.

CLASSE C* : Riscos isolados cujas classes de ocupação, na TSIB sejam 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

O sistema de extintores é o que menos desconto proporciona: o limite é 5%.

Como medida de ordem prática, deve-se instalar os extintores de modo que o seu topo esteja a uma altura coerente com a estatura média dos trabalhadores da indústria. A NR 23 estabelece que a parte superior não fique acima de 1,60 m (um metro e sessenta) centímetros do piso acabado e a parte inferior abaixo de 0,50 m (meio metro), podendo, em escritórios e repartições públicas, ser instalados sobre suportes, desde que a parte inferior esteja 0,50 m (cinquenta centímetros) do piso acabado, não fiquem obstruídos e que a visibilidade não fique prejudicada. Por sua vez, a sua localização não será permitida nas escadas, antecâmaras das escadas e nem nos patamares.

ÁREA DE DOMÍNIO POR UNIDADE EXTINTORA

Área de Domínio	Risco de Fogo	Distância Máxima a ser Percorrida
500 m ²	pequeno (Classe A*)	20m
250 m ²	médio (Classe B*)	10m
150 m ²	grande (Classe C*)	10m

Figura 7.11 Área de Domínio e Distância Máxima a ser Percorrida por Risco de Fogo Segundo a NR 23.

Não pode haver um projeto exclusivo com extintores sobre carretas, uma vez que a mobilidade desse tipo de equipamento é precária. Assim, no caso de riscos protegidos em parte por extintores manuais e em parte por extintores montados sobre carretas, deverão ser observados os critérios seguintes (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992):

a) No mínimo 50% do número total de “unidades extintoras” exigidas para cada risco devem ser constituídas por extintores manuais.

b) Não se admite a possibilidade de uma carreta proteger locais situados em pavimentos diferentes.

c) Só serão admitidas carretas no cálculo das unidades quando a carreta tiver livre acesso a qualquer parte do risco protegido sem impedimento de portas estreitas, soleiras ou degraus no chão.

d) os extintores manuais possam ser alcançados sem que o operador tenha que percorrer mais de uma vez e meia às distâncias normalmente exigidas;

UNIDADE EXTINTORA

A unidade extintora é calculada pela Tabela 7.2:

Tabela 7.2 Cálculo da Unidade Extintora

Substância(Agente Extintor)	Capacidade do Extintor (IRB)	Capacidade do Extintor (C.B.)	N.º de Extintores que compõem uma unidade extintora	
			IRB	C. B.
a) Água ou Espuma ou Soda ácida	10 litros	10 l	1	1
	5 litros	-	2	-
b) Bióxido de Carbono (CO ₂)	6 kg	6 kg	1	1
	4 kg	4 kg	2	2
	2 kg	-	3	-
	1 kg	-	4	-
c) Pó Químico Seco	4	4 kg	1	1
	2	-	2	-
	1	-	3	-
d) Compostos halogenados	*	2 kg	*	1

* A ser regulamentado

C. B.- Corpo de Bombeiros

No caso de riscos protegidos em parte por extintores manuais e em parte por extintores montados sobre carretas, deverão ser observados os critérios seguintes, conforme Tabela 7.3:

Tabela 7.3 Número de Extintores Sobre Carretas que Compõem uma Unidade Extintora

Substância (Agente Extintor)	Capacidade	N.º de extintores que compõem uma unidade Extintora C.B.
a) Espuma, soda ácida e água pressurizada	75 litros	1
b) Bióxido de carbono (CO ₂)	20 litros	1
c) Pó Químico	20 litros	1
d) Compostos halogenados	Indeterminado	-

C.B. - Corpo dos Bombeiros da Paraíba

Não será considerado como carreta o conjunto de dois ou mais extintores instalados sobre rodas cuja capacidade, por unidade, seja inferior às determinadas no item anterior.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Superintendência de Seguros Privados - O SUSEP, estabelece as seguintes limitações:

a) será exigido o mínimo de duas “unidades extintores” para cada pavimento, mezanino, galeria ou risco isolado, permitindo-se a existência de uma “unidade extintora” nos casos de área inferior a 50 m²;

b) Aos riscos constituídos por armazéns ou depósitos em que não haja processos de trabalho, a não ser operações de carga ou descarga, será permitida a colocação dos extintores em grupos,

em locais de fácil acesso, de preferência em mais de um grupo e próximos às portas da entrada e/ou saída;

c) os extintores devem ser colocados onde:

- haja menor probabilidade de o foco bloquear o seu acesso;
- sejam visíveis, para que todos os operários e empregados do estabelecimento fiquem familiarizados com a sua colocação;
- se conservem protegidos contra golpes;
- não fiquem encobertos ou obstruídos por pilhas de mercadorias, matérias-primas ou qualquer outro material;
- tiver a existência de riscos especiais, tais como :
 - casa de caldeiras;
 - casas de força elétrica;
 - queimadores;
 - casas de máquinas;
 - galerias de transmissão;
 - pontes rolantes (casas de máquinas);
 - escadas rolantes (casas de máquinas).

Esses locais devem ser protegidas por unidades extintoras, adequadas à natureza do risco a proteger, independentemente da proteção geral da edificação.

7.4.8 Representações em planta

Convenções : IRB	Corpo dos Bombeiros	Extintor
		de espuma
		de gás carbônico
		de pó químico seco
		de água pressurizada
		em carreta

7.4.9 Sinalização dos extintores

Os extintores de incêndio estão sinalizados por um círculo interno de 0,20 m de diâmetro, pintado com a cor de acordo com a substância extintora, circunscrito por outro círculo de cor vermelha, com 0,30 m de diâmetro. A distância do sinal variará entre a mínima de 0,10 m e a máxima de 0,30 m da parte superior desses aparelhos.

As cores do círculo central obedecerão as seguintes especificações:

- Branca - Para extintores de água e espuma, usados nos incêndios de Classe "A" (materiais que deixam resíduos após a combustão).
- Amarela - Para extintores de gás carbônico, usados nos incêndios de Classe "C" (equipamento elétrico energizado).
- Azul - Para extintores de pó químico seco PQS, usados nos incêndios de Classe "B" (líquidos inflamáveis).

No piso acabado, será pintado sob o extintor, um quadrado de 1,0 m de lado, pintado de vermelho e no seu centro outro quadrado equidistante, com 0,70 m, pintado de acordo com o tipo de extintor.

7.5 Questionário

7.5.1 Seja uma fábrica com 6 produtos (A, B, C, D, E e F) que seguem os seguintes fluxos de fabricação em 16 postos:

A: 1 - 2 - 3 - 6 - 8 - 7 - 11 - 13 - 16

B: 1 - 3 - 4 - 6 - 9 - 10 - 11 - 15 - 16

C: 1 - 5 - 4 - 6 - 7 - 11 - 14 - 13 - 16

D: 1 - 4 - 6 - 7 - 11 - 12 - 13 - 14 - 16

E: 1 - 5 - 4 - 3 - 6 - 8 - 9 - 11 - 15 - 16

F: 1 - 3 - 4 - 6 - 7 - 11 - 13 - 16

Os postos ocupam as seguintes áreas:

1, e 16 - 90 m²;

2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 - 2 m x 2 m;

e, circulações com largura de 2 m.

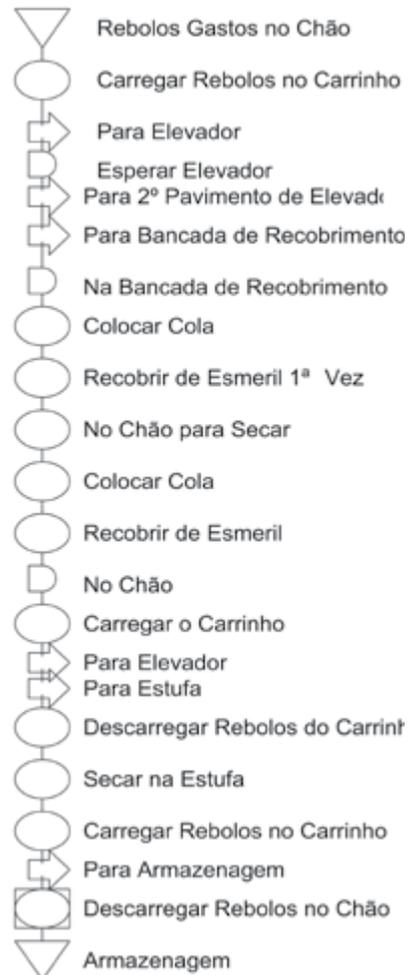
Utilizando a Carta "De - Para", projete um *layout* para a situação descrita.

7.5.2 Em uma indústria de vulto, onde são necessárias operações de esmerilhamento e polimento é usual recuperarem-se os rebolos com esmeril na própria fábrica. Os discos são constituídos de camadas de tecido costuradas juntas, com peso médio de 18 kg. A circunferência ou face de reboło é revestida com cola e pó de esmeril. A primeira camada de cola seca, por aproximadamente meia hora antes que se aplique a segunda. A temperatura do ambiente no qual os rebolos são preparados é mantida entre 26°C a 32°C, controlando-se também a umidade relativa.

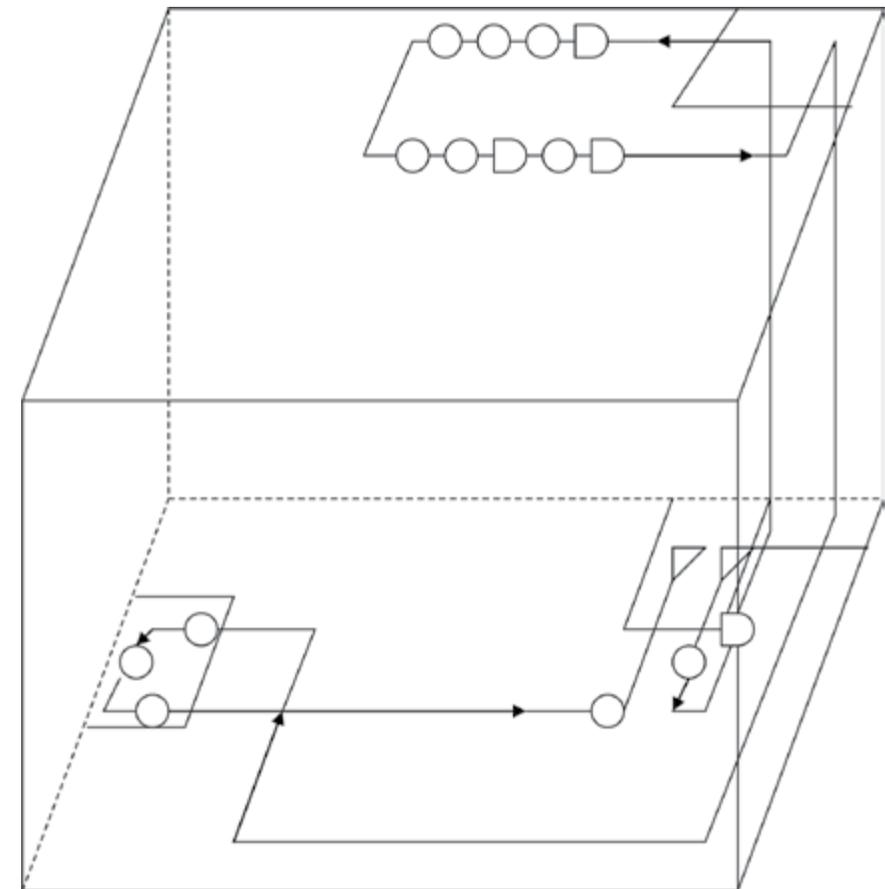
O método consistia em aplicar-se uma camada de cola ao reboło gasto, e então se rolar manualmente o reboło por um reci-

piente raso contendo poeira de esmeril, o que provocava a aderência do pó. Após a secagem da cola, uma segunda camada de cola e pó eram aplicados de maneira semelhante. Os rebolos eram transportados para uma estufa, onde permaneciam em prateleiras até que a cola estivesse completamente seca.

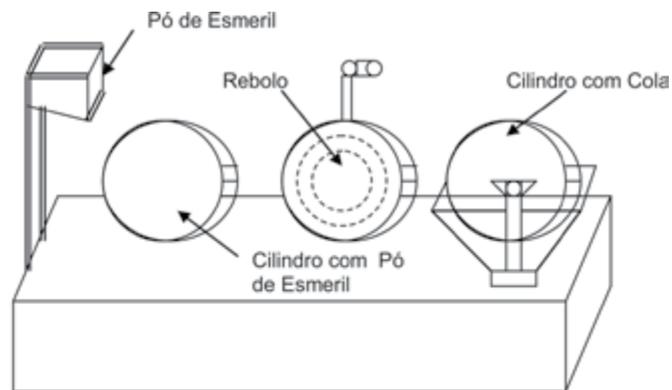
Método Original – Carta de Processo



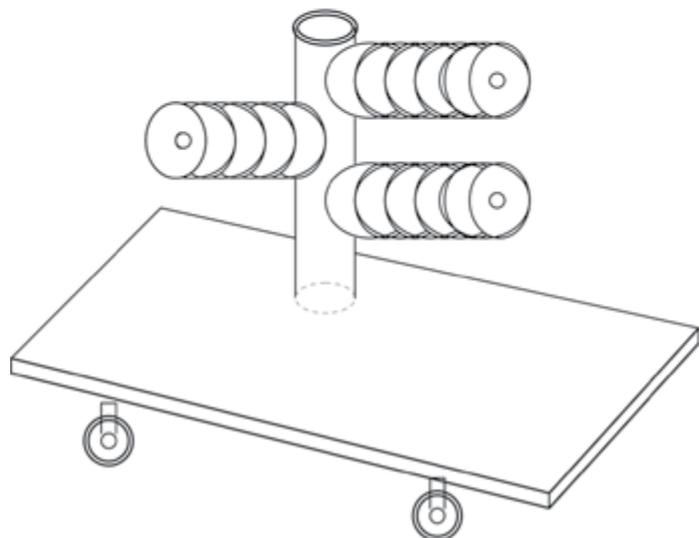
Método Original – Mapofluxograma



O Departamento de Engenharia construiu uma máquina especial para o revestimento tornando possível a aplicação da cola e do esmeril ao rebolo em uma única operação. Carrinhos especiais foram projetados para substituir os de tipo comum de plataforma, o que veio eliminar grande parte do manuseio desnecessário a que era submetido o rebolo. Estes permaneciam no carrinho novo, durante a secagem, inclusive na estufa.



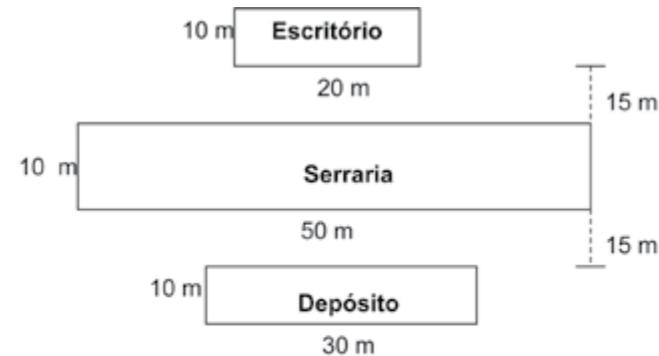
Máquina de Recuperar Rebolo



Carrinho com Rebolos

Elabore a nova Carta de processo e o Mapofluxograma da nova situação (BARNES, Ralph M. Estudo de movimentos e de tempos, 1963).

7.5.4 Projete a instalação de extintores para a serraria (acionada eletricamente), esboçada a seguir:

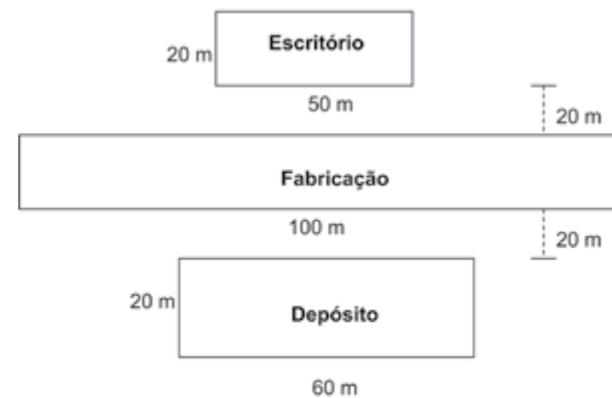


Escritório: Risco A*

Serraria: Risco C*

Depósito: Risco B*.

7.5.5 Projete a instalação de extintores para a fábrica de calçados esboçada a seguir:



Escritório: Risco A*

Fabricação: Risco B*

Depósito: Risco C*.

Capítulo 8

ARMAZENAMENTO

O armazenamento de materiais é uma necessidade das organizações industriais, quer seja para matérias primas, materiais em elaboração, peças e componentes, produtos em elaboração, produtos acabados, ferramentas e dispositivos, materiais auxiliares, de uso geral etc.

O organismo utilizado para o armazenamento dos principais itens a serem utilizados em uma indústria é o almoxarifado que é um intermediário, por um lado, entre os fornecedores de matérias-primas e as seções de fabricação que vão consumi-la, ou entre a fábrica e os clientes que vão receber o produto acabado. Portanto, além de ser um regulador interno é também um regulador entre os mercados externos e a própria produção.

A finalidade primordial de um almoxarifado é alimentar de materiais e matéria-prima os setores de produção nas quantidades estritamente necessárias, mantendo em estoque as quantidades mínimas de modo que os processos subseqüentes não sofram solução de continuidade.

As funções básicas de um almoxarifado são: comprar, receber, guardar e distribuir. Apesar de existir nas organizações um setor específico para realizar a função compras, é comum deixar ao almoxarifado a responsabilidade por pequenas compras,

onde a principal responsabilidade é comprar bem, entendendo o “comprar bem” como o melhor preço e condições de pagamento.

Ao receber, o encarregado, geralmente denominado de recepcionista, deve certificar-se de que os materiais estão em conformidade com o que foi solicitado em termos de especificações, inclusive as especificações de qualidade. Da mesma forma, verificar as quantidades e o conteúdo da Nota Fiscal.

Caso encontre alguma inconformidade, não deve assinar o rodapé da referida Nota, anotando no seu verso as razões da não assinatura.

A guarda dos materiais tem por objetivo evitar o extravio e preservar a qualidade dos mesmos. Como recomendação para a preservação, deve-se proporcionar a rotação dos materiais de modo a que todas as faces dos materiais sejam beneficiadas pela aeração. Evidentemente a frequência da rotação varia com os volumes ou pesos dos diversos materiais armazenados. É muito útil, também, cobrir as superfícies metálicas com películas protetoras a fim de evitar a oxidação.

Com relação à distribuição, o objetivo é atender o usuário com presteza. Para tal, a distribuição planejada do armazenamento dos diversos itens do almoxarifado e a utilização dos corretos equipamentos para movimentação são fundamentais.

8.1 Preliminares

Em busca dos objetivos de um bom armazenamento (proteger todos os materiais quanto a extravio e deterioração com racionalidade e segurança na recepção, armazenamento e distribuição e investindo o mínimo possível em instalações), existem princípios que devem ser observados ao se projetar um determinado arranjo físico de almoxarifado. Os quatro princípios fundamentais são:

- 1º) edifícios térreos;
- 2º) sistema de circulação direta;

3º) equipamento adequado para a movimentação dos materiais;

4º) disposição racional das instalações.

As edificações térreas prestam-se admiravelmente à instalação dos almoxarifados, pois além da construção ser mais econômica, permite a utilização do espaço que seriam ocupados por escadas e elevadores. A movimentação dos materiais se faz de forma mais segura e rápida, proporcionando maior facilidade para as cargas e descargas dos caminhões.

Quanto ao sistema de circulação direta, se busca um fluxo progressivo, sem retrocessos e cruzamentos e percorrendo as mínimas distâncias. Podendo ser interpretado como: facilidade na entrega, facilidade no armazenamento e facilidade na saída.

Dentre os equipamentos adequados aos almoxarifados modernos, são de uso mais comum o vagonete e a empilhadeira. O vagonete poderá ter trajeto fixo e circular sobre trilhos de ferro, ou poderá ser dotada de rodas de borracha e movimentar-se em todas as direções, podendo ser de acionamento manual ou motorizado. A empilhadeira é um equipamento muito versátil no transporte interno, possibilitando a movimentação vertical e horizontal, sem as limitações de um trajeto fixo.

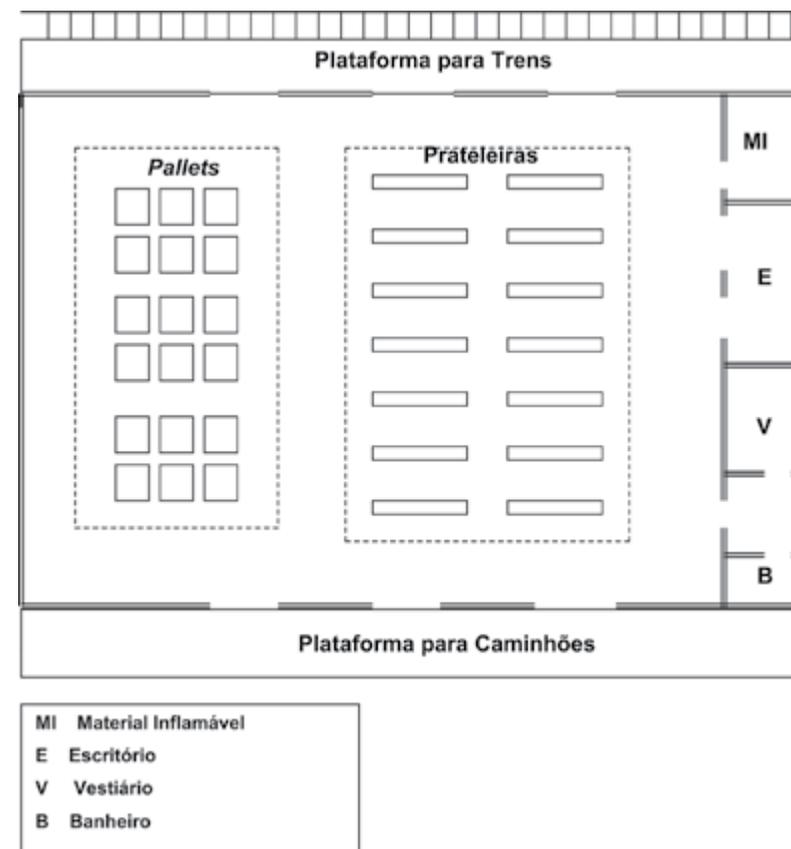


Figura 8.1 Representação Esquemática de um Almoxarifado

Quanto à racionalidade das instalações, o objetivo é facilitar o armazenamento e a movimentação, como por exemplo a construção de duas amplas plataformas em cada lado do edifício, com três ou quatro metros de largura, destinando-se a receber e entregar os materiais que chegam e os que são requisitados. Devem ser tais que as portas dos vagões e dos caminhões fiquem na mesma altura do piso das plataformas, evitando-se assim o uso de pranchas, tábuas etc.

Além destes princípios, é válido ressaltar que um arranjo será sempre mais efetivo quando tornar o trabalho mais satisfatório e seguro para os operários.

Dada a atual condição do avanço tecnológico, o princípio da flexibilidade deve ser atentamente considerado pelo homem do arranjo físico.

8.2 Satisfação e segurança

O armazenamento de materiais deve ser adequado e seguro, a fim de evitar acidentes e perdas de materiais.

A técnica de estocagem de mercadorias dos almoxarifados procura seguir o princípio do máximo aproveitamento do espaço, ou seja **estocar o máximo de mercadorias no mínimo de espaço possível**. Desta forma, o uso do espaço vertical é recomendável de acordo com as normas de segurança para tal.

Ao se estudar o *layout* de uma área de estocagem de um almoxarifado, tem-se que levar em consideração o espaço necessário para os corredores centrais e de serviço, cujas dimensões e disposições deverão ser previamente estabelecidas.

É de fundamental importância a delimitação do espaço necessário para os equipamentos de proteção e combate à incêndio, bem como equipamentos de emergência (máscaras, maca etc).

Um procedimento prático é o de planejar os corredores, as entradas e os demais locais, demarcando no piso os espaços reservados para este ou aquele fim. Deve-se deixar livres os espaços em frente às portas, para permitir a movimentação do pessoal e de veículos do almoxarifado.

Para um armazenamento seguro, recomenda-se:

1. O material armazenado deve ser colocado de forma a evitar a obstrução de portas, equipamentos contra incêndio, saída de emergência etc.

2. O material não deverá dificultar a iluminação e o trânsito dentro da fábrica.

3. O piso onde serão depositados os materiais deverá possuir resistência adequada.

4. Deve-se evitar a armazenagem de materiais diretamente sobre o piso, recomendando-se a utilização de estrados.

8.3 Racionalização dos métodos de estocagem

A armazenagem dos materiais deve ser feita ordenadamente, de modo a proporcionar condições físicas que preservem a qualidade dos artigos estocados. O seu objetivo é proteger o material e fazer com que os estoques sejam úteis para a empresa, mediante serviço e armazenamento econômico. Assim é que o almoxarifado deve estar consciente de que:

- O controle dos estoques é facilitado pelo arranjo na armazenagem;

- A boa armazenagem facilita a identificação física do material no almoxarifado aumentando, deste modo, a produtividade.

Diversos fatores podem ser considerados na armazenagem, sendo os principais:

- a) Popularidade

Materiais de alta movimentação deverão ser armazenados o mais perto possível da área de expedição.

- b) Similaridade ou Semelhança

A arrumação por grupos de materiais com características semelhantes, ajuda a localização dos materiais.

- c) Tamanho

Os materiais devem ser arrumados conforme o espaço ocupado por eles, em “lotes grandes”, “lotes médios”, “lotes pequenos” e aqueles que são estritamente destinados a armazenagem em retalhos (caixas, gavetas etc).

- d) Peculiaridade ou Característica

- Periculosidade (materiais perigosos)

- Segurança (materiais de alto valor)

- Percibilidade (sujeitos a deterioração rápida)

8.4 Transporte

O objetivo atual de um almoxarifado funcional é fornecer rapidamente, nos momentos oportunos, quantidades exatas, com o mínimo dispêndio de tempo.

A movimentação de materiais é responsável por aproximadamente 22% das lesões ocorridas na indústria - estes prejuízos estão em toda parte da fábrica, não precisamente no almoxarifado ou no depósito.

Prensagem, entorse, fratura e contusões são os danos costumeiros. São causados primariamente por práticas inseguras de trabalho - elevação inadequada, transporte de cargas acima do limite permissível, falta de uso de equipamentos adequados etc.

Para adquirir um melhor conhecimento acerca dos problemas advindos da movimentação de materiais, deve-se estudar atentamente:

- a) O que vai ser movimentado.
- b) Em que direção deve a carga ser movimentada.
- c) Frequência com que a carga será movimentada.
- d) O volume da carga a ser movimentada.
- e) Distância a percorrer.

Conhecidos os itens acima; podem-se determinar com segurança a largura dos corredores e a maneira de transportar a carga: carros motorizados, transportadores, carros manuais, ou mesmo manejo.

Os tipos mais comuns de carros manuais para transporte em uso na indústria são:

- Carrinho de uma roda (carriola) - para areia, tijolos, terra, rebocos etc.

- Carretas de mão de duas rodas - geralmente usados no transporte de objetos volumosos ou pesados através de distâncias curtas e são empregados para caixas, bagagens, sacos, etc. Exis-

tem tipos especiais para tambores de óleo, garrafões de ácido, cilindros de gases etc.

- Carretas de quatro rodas - são usados para transporte de volumes de peso médio e construídos de modo a eliminar o excessivo erguimento e manejo.

Atualmente existe na indústria uma série de equipamentos mecânicos de transporte, como: ponte rolante, pórtico rolante, monotrilho, correia, guindastes, empilhadeiras etc.

O uso de empilhadeiras proporciona paletização do sistema de armazenamento com inúmeras vantagens.

São extremamente úteis no trabalho de recepção, empilhamento e fornecimento, não só de sacaria propriamente dita, como, também, de outros materiais pesados como barris, caixas etc.

Bem utilizadas, reduz à terça parte os custos de movimentação, em relação ao trabalho braçal.

O emprego da empilhadeira dinamiza os meios de distribuição.

Haverá redução do acidente-tipo que ocorre na área de manuseio e armazenamento de materiais.

Para a movimentação de materiais pesados com grande comprimento, como ferro em barras, tubos centrifugados, postes, pranchas etc, pode-se utilizar uma transportadora vulgarmente denominada “canguru”, pois ao invés de transporte como os caminhões sobre a carroceria, ela suspende a carga do solo e a remove de forma inversa, isto é, sob o próprio chassi.

8.5 Transporte manual

Apesar da crescente mecanização o trabalho braçal ainda é largamente utilizado.

A habilidade de levantamento de uma pessoa não é necessariamente função de sua altura ou peso. Ninguém deve levantar pesos superiores as suas capacidades orgânicas.

O transporte e a descarga de materiais feitos por impulso ou tração de vagonetes sobre trilhos, carros de mão ou qualquer outro aparelho mecânico deverão ser executados de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força e não comprometa a sua saúde ou a sua segurança.

Ao levantar um peso, o empregado deve flexionar as pernas usando-as para levantar volumes. Desta forma ocorrerá uma pressão uniforme no disco inter-vertebral do trabalhador, não causando problemas à sua coluna. Além disso, o trabalhador não deve:

- dobrar as costas;
- ficar muito longe da carga;
- torcer o corpo para pegar a carga;
- manter as pernas fixas no chão e virar o corpo com a carga.

O uso de luvas resistentes bem como ferramentas apropriadas são importantes para proteger as mãos.

8.6 Paletização

Pallets, tableros, skides, estrados têm o mesmo significado e são acessórios de estocagem que, manejados pelas empilhadeiras, proporcionam facilidades para o empilhamento de grande quantidade de volumes em espaços reduzidos.

Estes estrados são confeccionados em diversos modelos, podendo ser de madeira, madeira e ferro etc. Também podem ser uma, duas ou quatro entradas, o que significa que os garfos da empilhadeira entram por um lado, por dois ou, então pelas quatro faces.

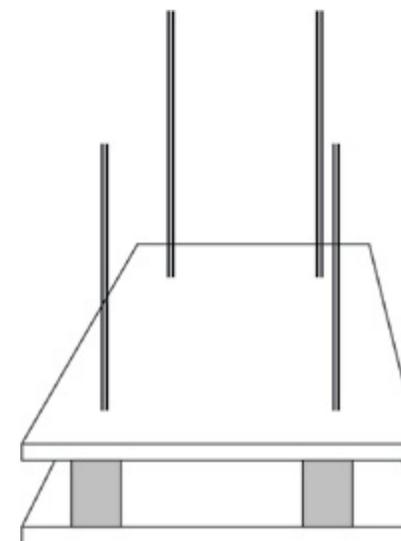


Figura 8.2 Estrado com Hastes

As dimensões mais utilizadas são de um quadrado com um metro de lado. Dispõe-se na base de dois caibros de madeira de lei com dois estrados sobrepostos, com um vão suficiente para a penetração dos garfos das empilhadeiras; as pranchas dos estrados, geralmente, são de madeira de lei (Figura 8.3).

8.7 Distribuição de Volumes

Cada tipo de material requer determinada forma de armazenagem. A seguir, apresenta-se como se deve armazenar com segurança alguns dos diferentes tipos de materiais.

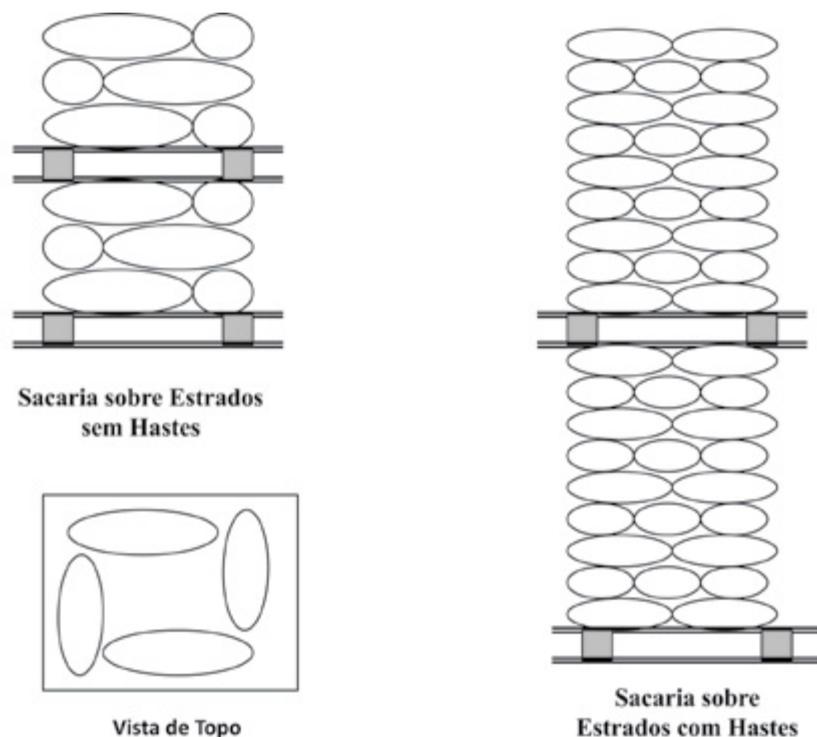


Figura 8.3 Sacaria Empilhada com Estrados

a. Sacaria

As camadas da pilha devem ser desencontradas, e as pilhas de sacos terão altura máxima de:

- 30 fiadas: quando colocadas por processo mecanizado em empilhamento;
- 20 fiadas: quando colocadas por processo manual.

b. Tambores e Latões

Podem ser armazenados deitados ou em pé. A camada de baixo deve ter as laterais presas com calços, para evitar deslizamento.

Tambores vazios: a forma “pirâmide” (Figura 8.4) é muito utilizada quando se deve estocar grandes quantidades. As extre-

midades de base devem ser escoradas por caibros pregados ou aparafusados às pranchas que receberão as primeiras fileiras; os caibros laterais deverão ter a mesma altura dos tambores e a pilha não deve ser superior a cinco fileiras.

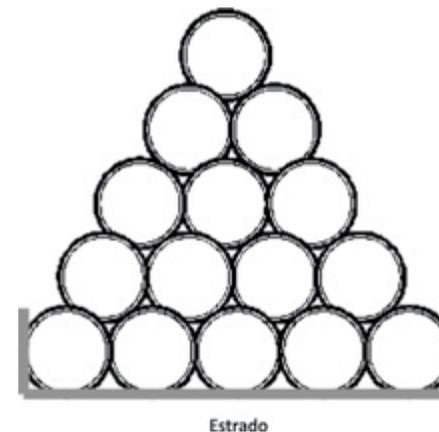


Figura 8.4 Tambores Estocados na Forma de “Pirâmide

Tambores cheios exigem cuidados especiais (Figura 8.5) para a sua perfeita estocagem, pois as pilhas devem ser feitas de modo a que não ocorram desastres, os quais poderão danificar o material e causar acidentes pessoais.

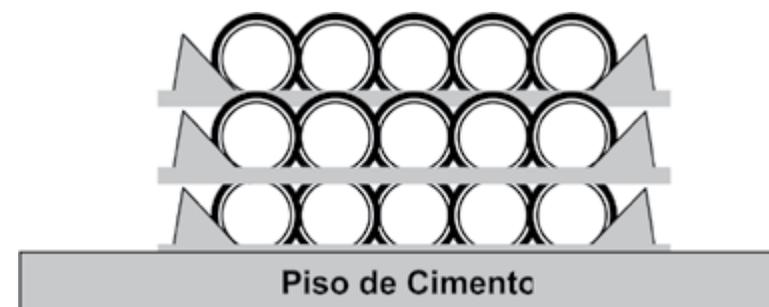


Figura 8.5 Estocagem de Tambores Cheios

Deve-se observar os seguintes cuidados:

- a) o piso deve ser plano e cimentado;
- b) colocam-se sobre o piso tábuas de madeira maciça à guisa de estrados, possuindo no mínimo 1,50m de largura; o comprimento ficará condicionado ao espaço da área e ao número de tambores a ser estocado. Os tambores poderão ficar sobrepostos utilizando o 2º e o 3º estrados;
- c) para o 2º e o 3º estrados, os tambores são levantados e descidos por meio de máquina empilhadeira e em seguida se determinam a disposição e alinhamento;
- d) na falta de máquina empilhadeira, os tambores poderão ser rolados por esforço humano, mediante a colocação prévia de pranchões de madeira;
- e) os tambores deverão ser devidamente travados em suas extremidades, com calços de madeira, para evitar sua queda.

8.8 Cilindros de Oxigênio

As regras da perfeita estocagem são inúmeras e difíceis:

- a) não deixar os cilindros ao relento: recebendo sol pode explodir e se recebe orvalho, enferruja diminuindo a resistência a pressão;
- b) não deixar em locais em que podem ser danificados, nem perto de óleo, graxa, palha ou outros inflamáveis nem combustíveis bem como não deixar perto de fonte de calor;
- c) não estocar junto a acetileno ou outro gás combustível;
- d) utilizar para o transporte carrinhos adequados, tais como: carrinhos americanos com rodas de borracha e alças de couro para a fixação dos cilindros; não derrubar e não deixar que batam entre si;
- e) fechar sempre as válvulas antes de movimentar;
- f) nunca se servir da tampa de proteção para levantar o cilindro;

- g) distribuir os cilindros pela ordem de chegada;
- h) nunca tentar consertar as válvulas do cilindro, no caso de defeito, devolver notificando o fabricante;
- i) não usar martelo ou chave para abrir as válvulas; se elas não puderem ser abertas a mão, notificar o fornecedor.

8.9 Tubos e Vergalhões

Podem ser armazenados em cavaletes ou prateleiras.

8.10 Chapas

As chapas podem ser apoiadas em cavaletes, presas com calços, para evitar escorregamento ou queda. Os cavaletes deverão ser em tamanho e material compatíveis com as chapas ou podem ser armazenados sobre estrados.

8.11 Combustíveis e Lubrificantes

Nos estabelecimentos onde haja depósitos de combustíveis líquidos, deverão estar os mesmos situados em locais apropriados, protegidos e assinalados, de modo que os empregados que dele se aproximem o façam com as necessárias precauções, observando-se, entre outras, a proibição de fumar.

Convém destinar para a armazenagem de lubrificantes uma dependência separada, anexa ao almoxarifado central e que, sobretudo, seja um lugar bem ventilado e fresco. Deve atender os seguintes requisitos:

- a) a iluminação artificial, se necessária, será obtida por lâmpadas elétricas à prova de explosão;
- b) a proteção contra descargas elétricas naturais se fará através de pára-raios, de construção adequada e em número suficiente;
- c) a quantidade do material armazenado será reduzida à mínima necessária ao funcionamento da atividade;

d) serão exigidas instalações especiais de prevenção e combate a incêndio, bem como exaustores no caso de local muito fechado.

Nos almoxarifados de grande estoque, será aconselhável que os tambores sejam armazenados verticalmente, repousando sobre o fundo, de modo a evitar vazamentos, estocados por espécie, devidamente identificados e agrupados em local isento de poeira, calor ou umidade, conservando-se bem fechados e limpos esses recipientes.

No caso de vazamento, após a localização do vasilhame defeituoso, se tratar de inflamável fluido (gasolina, benzina, querosene etc.), poderá ser lançado, com mangueira, um jato de água, drenando-se o combustível para valetas e ralos, até a eliminação total dos resíduos.

No caso de óleos, empregar-se-á, inicialmente, areia seca, esparzida, removendo os restos de lubrificantes com o auxílio de água e sabão (ou solução de solda cáustica). A areia age como elemento aglutinador do óleo, verdadeiro papel mata borrão.

Constata-se que a limpeza e a organização são fatores de primordial importância na estocagem de lubrificantes.

Não se deve permitir que veículos movimentados por motores a explosão penetrem no local onde existem combustíveis e lubrificantes armazenados.

8.12 Armazenagem Automática

Atualmente devido as inúmeras restrições, que limitam a localização, forma e tamanho dos armazéns, torna-se uma necessidade a redução da largura dos corredores e uma maior ocupação do espaço vertical. Assim vários armazéns estão sendo construídos a alturas superiores a 10 metros e com corredores estreitos que operam com equipamentos de movimentação restritos denominados transelevadores.

Durante as duas últimas décadas, avanços bastantes substanciais foram feitos na arte da movimentação de materiais. Elabo-

raram-se novos equipamentos e técnicas, com capacidade de movimentar velozmente cargas maiores e mais pesadas em maiores velocidades. Muitos itens de equipamentos foram também criados, que servem como implementos especiais para executar melhor uma determinada tarefa, com mais rapidez ou mais segurança.

A instalação automatizada tenta realizar seu incremento de eficiência pela eliminação total do homem, onde é economicamente vantajoso fazê-lo; ou, como alternativa, pela diminuição de sua tarefa, de forma que possa produzir mais. Às vezes, visa também reduzir os erros ou a avaria.

Esses objetivos estão sendo abordados nas seguintes maneiras:

Uso de equipamento para processamento de dados com instruções simplificadas;

Utilização de rótulos identificadores que possam ser identificados por meios automáticos(Ex.: leitura ótica);

Criação de equipamentos automáticos que colem, movimentem, recomponham e separem materiais e cargas de diversas espécies.

Com os novos instrumentos de automatização, o engenheiro tem muito mais oportunidades do que antes de ampliar sua visão e vocação inventiva em direção ao aperfeiçoamento e progresso. Entretanto, ele tem de ser um realista. Muitas instalações industriais podem ser hoje substancialmente melhoradas, sem equipamento automatizado, simplesmente proporcionando melhor planejamento, melhor equipamento para manipulação, melhores métodos e melhores condições. Embora se tenha que ficar atento quanto às potencialidades da automatização, não se deve deter o desenvolvimento ao longo das linhas fundamentais.

8.13 Resumo

O armazenamento de materiais é uma necessidade das organizações industriais, quer seja para matérias primas, materiais em elaboração, peças e componentes, produtos em elaboração, produtos acabados, ferramentas e dispositivos, materiais auxiliares, de uso geral etc.

O organismo utilizado para o armazenamento dos principais itens a serem utilizados em uma indústria é o almoxarifado.

A finalidade primordial de um almoxarifado é alimentar de materiais e matéria-prima os setores de produção nas quantidades estritamente necessárias, mantendo em estoque as quantidades mínimas de modo que os processos subsequentes não sofram solução de continuidade.

As funções básicas de um almoxarifado são: comprar, receber, guardar e distribuir.

Ao receber, o encarregado, geralmente denominado de recepcionista, deve certificar-se de que os materiais estão em conformidade com o que foi solicitado.

A guarda dos materiais tem por objetivo evitar o extravio e preservar a qualidade dos mesmos.

Com relação à distribuição, o objetivo é atender o usuário com presteza. Para tal, a distribuição planejada do armazenamento dos diversos itens do almoxarifado e a utilização dos corretos equipamentos para movimentação são fundamentais.

Existem princípios que devem ser observados ao se projetar um determinado arranjo físico de almoxarifado. Os quatro princípios fundamentais são:

- 1º) edifícios térreos;
- 2º) sistema de circulação direta;
- 3º) equipamento adequado para a movimentação dos materiais;
- 4º) disposição racional das instalações.

Quanto à racionalidade das instalações, o objetivo é facilitar o armazenamento e a movimentação.

Além destes princípios é válido ressaltar que um arranjo será sempre mais efetivo quando tornar o trabalho mais satisfatório e seguro para os operários.

Dada a atual condição do avanço tecnológico, o princípio da flexibilidade deve ser atentamente considerado pelo homem do arranjo físico.

Apesar da crescente mecanização o trabalho braçal ainda é largamente utilizado.

A habilidade de levantamento de uma pessoa não é necessariamente função de sua altura ou peso. Ninguém deve levantar pesos superiores a sua capacidade orgânica além de ser instruído sobre a forma correta de realizar este esforço.

Pallets, tableros, skides, estrados têm o mesmo significado e são acessórios de estocagem que, manejados pelas empilhadeiras, proporcionam facilidades para o empilhamento de grande quantidade de volumes em espaços reduzidos.

Estes estrados são confeccionados em diversos modelos, podendo ser de madeira, madeira e ferro etc. Também podem ser uma, duas ou quatro entradas, o que significa que os garfos da empilhadeira entram por um lado, por dois ou, então pelas quatro faces.

Cada tipo de material requer determinada forma de armazenagem.

Sacaria: as camadas da pilha devem ser desencontradas, e as pilhas de sacos terão altura máxima de:

- 30 fiadas: quando colocadas por processo mecanizado em empilhamento;
- 20 fiadas: quando colocadas por processo manual.

Tambores e Latões: podem ser armazenados deitados ou em pé. A camada de baixo deve ter as laterais presas com calços, para evitar deslizamento. A forma “pirâmide” é muito utilizada quando se deve estocar grandes quantidades de tambores vazios.

Tambores cheios exigem cuidados especiais para a sua perfeita estocagem, pois as pilhas devem ser feitas de modo a que não ocorram desastres, os quais poderão danificar o material e causar acidentes pessoais.

As regras da perfeita estocagem de cilindros de oxigênio são inúmeras e difíceis:

- a) não deixar os cilindros ao relento;
- b) não deixar em locais em que podem ser danificados, nem perto inflamáveis bem como não deixar perto de fonte de calor;
- c) não estocar junto a acetileno ou outro gás combustível;
- d) utilizar carrinhos para o transporte adequado;
- e) fechar sempre as válvulas antes de movimentar;
- f) nunca se servir da tampa de proteção para levantar o cilindro;
- g) distribuir os cilindros pela ordem de chegada;
- h) nunca tentar consertar as válvulas do cilindro, no caso de defeito, devolver notificando o fabricante;
- i) não usar martelo ou chave para abrir as válvulas.

Tubos e Vergalhões podem ser armazenados em cavaletes ou prateleiras.

As chapas podem ser apoiadas em cavaletes, presas com calços, para evitar escorregamento ou queda.

Nos estabelecimentos onde haja depósitos de combustíveis líquidos, deverão estar os mesmos situados em locais apropriados, protegidos e assinalados.

Convém destinar para a armazenagem de lubrificantes uma dependência separada, anexa ao almoxarifado central e que, sobretudo, seja um lugar bem ventilado e fresco. Deve atender os seguintes requisitos:

- a) a iluminação artificial, se necessária, será obtida por lâmpadas elétricas à prova de explosão;
- b) a proteção contra descargas elétricas naturais se fará através de pára-raios, de construção adequada e em número suficiente;

c) a quantidade do material armazenado será reduzida à mínima necessária ao funcionamento da atividade;

d) serão exigidas instalações especiais de prevenção e combate a incêndio, bem como exaustores no caso de local muito fechado.

Nos almoxarifados de grande estoque, será aconselhável que os tambores sejam armazenados verticalmente, repousando sobre o fundo, de modo a evitar vazamentos, estocados por espécie, devidamente identificados e agrupados em local isento de poeira, calor ou umidade, conservando-se bem fechados e limpos esses recipientes.

Não se deve permitir que veículos movimentados por motores a explosão penetrem no local onde existem combustíveis e lubrificantes armazenados.

Atualmente devido as inúmeras restrições, que limitam a localização, forma e tamanho dos armazéns, torna-se uma necessidade a redução da largura dos corredores e uma maior ocupação do espaço vertical. Assim vários armazéns estão sendo construídos a alturas superiores a 10 metros e com corredores estreitos que operam com equipamentos de movimentação restritos denominados transelevadores.

A instalação automatizada tenta realizar seu incremento de eficiência pela eliminação total do homem, onde é economicamente vantajoso fazê-lo; ou, como alternativa, pela diminuição de sua tarefa, de forma que possa produzir mais. As vezes, visa também reduzir os erros ou a avaria.

Esses objetivos estão sendo abordados nas seguintes maneiras:

Uso de equipamento para processamento de dados com instruções simplificadas;

Utilização de rótulos identificadores que possam ser identificados por meios automáticos(Ex.: leitura ótica);

Criação de equipamentos automáticos que colem, movimentem, recomponham e separem materiais e cargas de diversas espécies.

Com os novos instrumentos de automatização, o engenheiro tem muito mais oportunidades do que antes de ampliar sua visão e vocação inventiva em direção ao aperfeiçoamento e progresso. Entretanto, ele tem de ser um realista. Muitas instalações industriais podem ser hoje substancialmente melhoradas, sem equipamento automatizado, simplesmente proporcionando melhor planejamento, melhor equipamento para manipulação, melhores métodos e melhores condições

8.14 Exercício

Uma empresa necessita implantar seu Almoarifado. Terá 6 empregados no escritório e 10 na parte operacional (todos homens). Necessita de 8 fileiras de prateleiras de 10 m de comprimento cada para estocar pequenas peças metálicas transportadas em vagonetas, 20 empilhamentos com *pallets* para sacarias e caixotes a serem transportados com empilhadeiras, uma estufa de 20 m² para armazenagem de eletrodos; um depósito de 60 m² para armazenar lubrificantes e uma área para armazenar 20 cilindros de oxigênio e 20 de acetileno, entre cheios e vazios. Projete o seu *layout*.

Capítulo 9

AJUSTE DO ARRANJO FÍSICO GERAL

Assim, concluído cada Arranjo Físico Detalhado, retorna-se ao Arranjo Físico Geral para se fazer as devidas adequações quanto aos sistemas fixos de combate, a locação de reservatórios de águas, o dimensionamento do pára-raios, e a determinação dos arruamentos interdepartamentais, conforme a Figura 9.1.

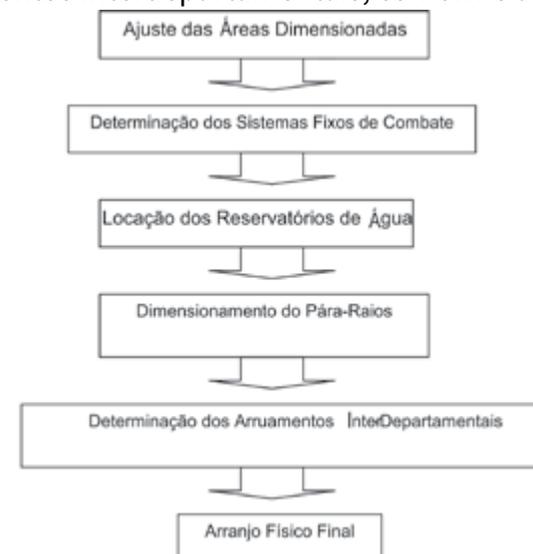


Figura 9.1 Ajuste do Arranjo Físico Geral

9.1 Ajuste das áreas dimensionadas

De posse dos arranjos físicos detalhados, com suas áreas dimensionadas de forma definitiva, retorna-se ao arranjo físico preliminar para, obedecendo-se à mesma seqüência das instalações, ajustar-se suas áreas às requeridas pelos arranjos físicos detalhados.

9.2 Determinação dos sistemas fixos de combate a incêndio

Dentre os sistemas fixos de combate, o de uso mais generalizado é o sistema de hidrantes, obrigatório para instalações industriais com área superior a 750 m² (POLÍCIA MILITAR DA PARÁIBA, 1992). O sistema funciona com a utilização de hidrantes internos e externos aos departamentos. Principalmente os externos, somente nesse momento, podem ser locados na planta industrial, tomando-se o cuidado de proteger toda a área construída. Em uma instalação econômica, deve-se dar atenção especial ao comprimento dos tubos de aço utilizados. A recomendação para a tubulação do sistema de hidrantes é que seja instalada de forma aparente e metálica. Deve-se ainda tomar o cuidado de não prejudicar as áreas dedicadas à circulação interdepartamental. Convém lembrar que o sistema deve permitir uma ligação com a entrada da fábrica (tomada d'água), preferencialmente na calçada externa à fachada, para instalação de um hidrante de calçada que servirá para o Corpo de Bombeiros injetar pressão, água ou espuma no sistema, através de duas entradas de 2 ½ polegadas.

Ainda nesta fase do arranjo físico geral, é preciso analisar as entradas das edificações com relação ao sistema de hidrantes, de modo a otimizar o uso das mangueiras por ocasião de um combate interno de incêndio nas edificações.

O mesmo raciocínio deve ser empregado para o caso de sistema de mangueiras semi-rígidas ("mangotinho"), sistema de chuveiros contra-incêndios (*sprinklers*), sistema *mulsifyre*, sistema

protectospray, instalações fixas de gás carbônico, instalações fixas de espuma etc. Isto sempre no caso de proteção a departamentos, uma vez que proteções a postos de trabalho foram contempladas por ocasião da elaboração do arranjo físico detalhado.

O Corpo de Bombeiros da Paraíba (POLÍCIA MILITAR DA PARÁIBA, 1992) estabelece como obrigatoriedade para o uso de preventivos fixos contra incêndios, as seguintes situações:

Edificações residenciais com o máximo de três pavimentos e área superior a 750 m² (hidrantes).

Edificações residenciais com mais de três pavimentos (hidrantes).

Edificações com altura superior a 54 m (chuveiros automáticos).

Edificação comercial, edificações coletivas, públicas, escolas e hospitais, edificações laboratoriais e similares, garagens, galpões, oficinas e terminais rodoviários e edificações de reuniões de público, com o máximo de três pavimentos e área construída superior a 750 m² (hidrantes).

Edificação comercial acima de três pavimentos (hidrantes).

Edificação com altura superior a 12 m (chuveiro automático).

Edificação industrial com um ou mais pavimentos e área construída superior a 750 m² (hidrantes).

Edificação industrial cuja altura exceda a 15 m de altura, acima do nível do logradouro público ou da via interior (chuveiros automáticos).

Edificação pública cuja altura exceda 24 metros do nível do logradouro público ou via interior (chuveiros automáticos).

Edificações hospitalares, laboratoriais e similares com mais de três pavimentos acima do nível do logradouro público ou da via interior (chuveiros automáticos).

Edificações de reunião de público com mais de oito pavimentos acima do nível do logradouro público ou da via interior (chuveiros automáticos).

Para o projeto destes sistemas de combate, consulte-se VILLAR, 2001.

Devido à generalizada utilização de hidrantes, apresentar-se-á algumas particularidades deste importante sistema de combate e prevenção.

9.2.1 Hidrantes

Sistema de proteção por hidrantes é um conjunto de canalizações, abastecimento d'água, válvulas ou registros para manobras, hidrantes (tomadas de água) e mangueiras de incêndio, com esguichos, equipamentos auxiliares, meios de aviso e alarme.

Os hidrantes devem ser constituídos de uma tomada d'água munida de um dispositivo de manobra cuja altura sobre o nível do piso não deve ultrapassar 1,50 m. Poderão ser instalados interna ou externamente em relação aos riscos a proteger.

Terão saídas duplas de 63 mm (2 1/2"), possuindo, cada saída, uma válvula ou registro com engates do tipo utilizado pelo Corpo de Bombeiros local. Os hidrantes que irão operar exclusivamente com mangueira de 1 1/2" de diâmetro terão em cada saída uma redução para 38 mm (1 1/2").

O número de hidrantes internos em cada risco isolado ou edifício, e em cada seção de edifício dividido por paredes, deverá ser tal que qualquer ponto a proteger esteja no máximo a 10 metros da ponta do esguicho, acoplado a não mais de 30 metros de mangueira. É recomendado (FUNDACENTRO, 1981) que cada ponto do edifício a proteger seja atingido concomitantemente por dois jatos de água.

Deve ser colocado, no mínimo, um hidrante próximo ao acesso principal do pavimento ou risco isolado protegido; os demais, sempre que possível, serão colocados nas áreas de circulação do risco, de preferência, próximos das paredes externas ou de divisões internas.

O número de hidrantes externos deverá ser tal que qualquer parte interior dos riscos ou edifícios não protegidos por hidrantes internos, ou qualquer parte externa dos mesmos, fique no máximo a 10 metros da ponta do esguicho, acoplado a não mais de 60 metros de mangueira.

Os hidrantes deverão estar afastados dos edifícios a proteger, numa distância máxima de 15 metros. Quando isso não for possível, deverão ser localizados em pontos onde a probabilidade de danos pela queda de paredes seja pequena e impeça que o operador seja bloqueado pelo fogo e fumaça. Usualmente, em locais congestionados, devem ser localizados ao lado de edifícios baixos, próximos a torres de concreto ou alvenaria munidas de escada ou próximos aos cantos formados por paredes resistentes de alvenaria.

O Corpo de Bombeiros da Paraíba (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992), na determinação do número de hidrantes, não faz distinção entre hidrante interno e externo, estabelecendo que qualquer ponto a proteger seja simultaneamente alcançado por duas linhas de mangueiras de hidrantes distintas com comprimento máximo de 30 metros em dois lances de 15 metros.

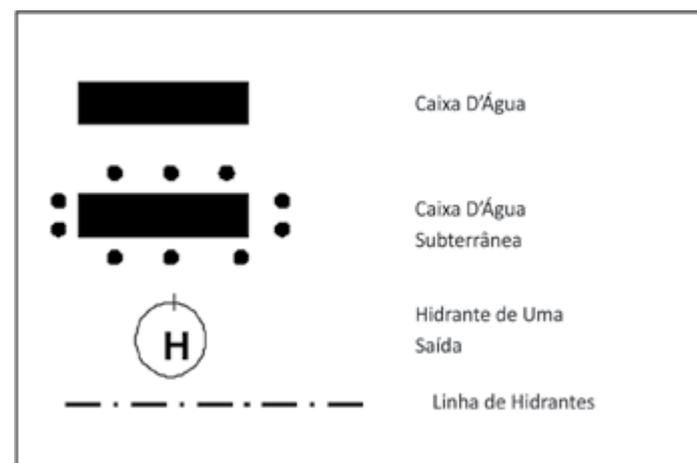


Figura 9.2: Representação em Planta de Rede de Hidrantes

Todos os hidrantes devem ser sinalizados, de modo que possam ser localizados com presteza. Além disso, a área ao seu redor, bem como as vias de acesso aos mesmos, deverão estar sempre desobstruídas e livres de qualquer material ou equipamento.

A representação em planta dos sistemas de proteção por hidrantes deve obedecer à convenção representada na Figura 5 (IRB, 1989).

9.3 Locação dos reservatórios de água

Como não existe sistema de prevenção e combate a incêndio nas fábricas que prescindam do uso generalizado de água, nesta etapa da elaboração do arranjo físico deve-se ter um cuidado especial com a localização dos reservatórios de água. Estes deverão ser localizados o mais próximo possível do centro geométrico das instalações a serem protegidas, uma vez que tal localização minimizará o investimento no sistema, reduzindo as perdas por atrito nas tubulações e nas conexões e, conseqüentemente, exigindo o dimensionamento de comprimentos e diâmetros menores, além de minimizar a altura do próprio reservatório elevado ou a potência do conjunto moto-bomba.

9.4 Dimensionamento do pára-raios

Pára-raios é o aparelho que tem a dupla finalidade de evitar descargas elétricas atmosféricas (raios) ou interceptá-las, fazendo com que cheguem em segurança à terra, onde sua energia será dissipada. O pára-raios é um conjunto de captors (pontas ou condutores metálicos que facilitam as descargas elétricas atmosféricas), descidas, conexões e eletrodos de terra.

O reservatório elevado deve ser localizado em uma posição central com relação às instalações fabris, uma vez que normalmente a “caixa d’água” é a edificação de maior altura na fábrica. Constitui-se, portanto, no lugar adequado para a instalação do pára-raios, raciona-

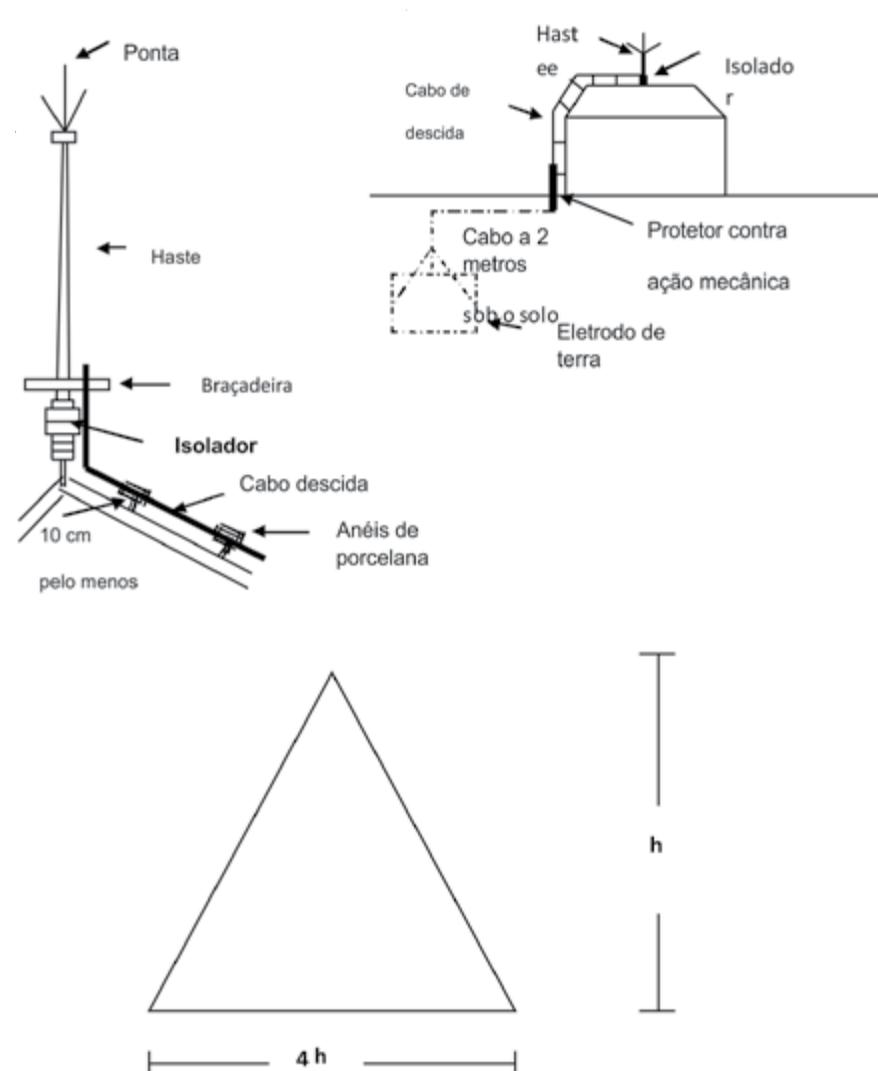


Figura 9.3: Pára-Raios Tipo Franklin e Área de Proteção (CREDER, 1995)

Raio pode ser definido como a faísca que é produzida, quando as cargas elétricas, contidas numa nuvem, passam rapida-

mente desta para outra ou de uma delas para a terra. Sua descarga, além de imprevisível, é portadora de calor. Por isso, torna-se muito perigosa, podendo provocar incêndio ou explosão.

Conforme o método empregado na proteção, o pára-raios pode ser do tipo *Franklin* (Figura 8.3), gaiola de *Faraday*, radioativo ou de linha. Deve, também, estar solidamente conectado à terra, mediante cabo condutor de seção adequada. Com isso, determina-se uma área de influência e proteção que o faz tornar-se o caminho natural mais fácil de uma descarga elétrica. O pára-raios tipo *Franklin* projeta um cone de proteção, com uma base com diâmetro equivalente a aproximadamente quatro vezes a altura da instalação.

Um pára-raios bem instalado (gaiola de *Faraday*) e bem mantido protege praticamente a área do espaço equivalente a um círculo cujo centro é a haste do pára-raios dentro da qual o campo é nulo, pois as zonas de proteção se superpõem. Essa instalação seria, entretanto, muito onerosa.

9.5 Dimensionamento dos arruamentos interdepartamentais

Finalmente, deve-se projetar os arruamentos, com larguras suficientes para permitir também a circulação de carros de combate ao fogo, de modo que se possa atingir externamente qualquer ponto da área protegida, aproveitando-se, também, para o isolamento dos riscos de incêndio no espaço.

O ideal, ao se projetar uma indústria, é realizar a construção em blocos ou ricos isolados (qualquer que seja o material utilizado na construção, a partir de 8 metros de separação entre blocos, cada risco de incêndio é considerado isolado - IRB, 1989). Quando tal não for possível, devido às limitações de terreno ou à minimização das distâncias a serem percorridas, deve-se prever a separação dos diversos departamentos fabris através de paredes e portas corta-fogo, principalmente os departamentos de manufaturas, de estoques e de depósitos.

9.6 Arranjo físico final

Como conseqüência da realização de todas as etapas anteriores, elabora-se o arranjo físico final que, após uma última revisão geral, deve ser devidamente documentado. Este arranjo permanecerá enquanto os diversos fatores que influenciam este resultado permanecerem imutáveis, quais sejam: número de pessoas; quantidades e tipos de materiais; processos produtivos e máquinas, equipamentos e instalações.

Independentemente de qualquer mudança significativa, é importante que, em um tempo determinado, por exemplo, a cada ano, se faça uma revisão geral do arranjo físico final, tendo em vista o melhoramento contínuo.

9.7 Resumo

De posse dos arranjos físicos detalhados, com suas áreas dimensionadas de forma definitiva, retorna-se ao arranjo físico preliminar para, obedecendo-se à mesma seqüência das instalações, ajustar-se suas áreas às requeridas pelos arranjos físicos detalhados.

Em seguida são realizadas as devidas adequações quanto aos sistemas fixos de combate, a locação de reservatórios de águas, o dimensionamento do pára-raios, e a determinação dos arruamentos interdepartamentais.

Dentre os sistemas fixos de combate, o de uso mais generalizado é o sistema de hidrantes, obrigatório para instalações industriais com área superior a 750 m² (POLÍCIA MILITAR DA PARÁIBA, 1992). O sistema funciona com a utilização de hidrantes internos e externos aos departamentos. Principalmente os externos, somente nesse momento, podem ser locados na planta industrial, tomando-se o cuidado de proteger toda a área construída. Em uma instalação econômica, deve-se dar atenção especial ao comprimento dos tubos de aço utilizados.

A recomendação para a tubulação do sistema de hidrantes é que seja instalada de forma aparente e metálica. Deve-se ainda tomar o cuidado de não prejudicar as áreas dedicadas à circulação interdepartamental. Convém lembrar que o sistema deve permitir uma ligação com a entrada da fábrica (tomada d'água), preferencialmente na calçada externa à fachada, para instalação de um hidrante de calçada que servirá para o Corpo de Bombeiros injetar pressão, água ou espuma no sistema, através de duas entradas de 2 ½ polegadas.

Analise-se as entradas das edificações com relação ao sistema de hidrantes, de modo a otimizar o uso das mangueiras por ocasião de um combate interno de incêndio nas edificações.

O mesmo raciocínio deve ser empregado para o caso de sistema de mangueiras semi-rígidas (“mangotinho”), sistema de chuveiros contra-incêndios (*sprinklers*), sistema *mulsifyre*, sistema *protectospray*, instalações fixas de gás carbônico, instalações fixas de espuma etc.

O Corpo de Bombeiros da Paraíba (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992) estabelece como obrigatoriedade para o uso de preventivos fixos contra incêndios, as seguintes situações:

Edificações residenciais com o máximo de três pavimentos e área superior a 750 m² (hidrantes).

Edificações residenciais com mais de três pavimentos (hidrantes).

Edificações com altura superior a 54 m (chuveiros automáticos).

Edificação comercial, edificações coletivas, públicas, escolas e hospitais, edificações laboratoriais e similares, garagens, galpões, oficinas e terminais rodoviários e edificações de reuniões de público, com o máximo de três pavimentos e área construída superior a 750 m² (hidrantes).

Edificação comercial acima de três pavimentos (hidrantes).

Edificação com altura superior a 12 m (chuveiro automático).

Edificação industrial com um ou mais pavimentos e área construída superior a 750 m² (hidrantes).

Edificação industrial cuja altura exceda a 15 m de altura, acima do nível do logradouro público ou da via interior (chuveiros automáticos).

Edificação pública cuja altura exceda 24 metros do nível do logradouro público ou via interior (chuveiros automáticos).

Edificações hospitalares, laboratoriais e similares com mais de três pavimentos acima do nível do logradouro público ou da via interior (chuveiros automáticos).

Edificações de reunião de público com mais de oito pavimentos acima do nível do logradouro público ou da via interior (chuveiros automáticos).

Sistema de proteção por hidrantes é um conjunto de canalizações, abastecimento d'água, válvulas ou registros para manobras, hidrantes (tomadas de água) e mangueiras de incêndio, com esguichos, equipamentos auxiliares, meios de aviso e alarme.

Os hidrantes devem ser constituídos de uma tomada d'água munida de um dispositivo de manobra cuja altura sobre o nível do piso não deve ultrapassar 1,50 m. Poderão ser instalados interna ou externamente em relação aos riscos a proteger, devendo cada ponto do edifício protegido ser atingido por dois jatos de água.

O número de hidrantes internos em cada risco isolado ou edifício, e em cada seção de edifício dividido por paredes, deverá ser tal que qualquer ponto a proteger esteja no máximo a 10 metros da ponta do esguicho, acoplado a não mais de 30 metros de mangueira. Deve ser colocado, no mínimo, um hidrante próximo ao acesso principal do pavimento ou risco isolado protegido; os demais, sempre que possível, serão colocados nas áreas de circulação do risco, de preferência, próximos das paredes externas ou de divisões internas.

O número de hidrantes externos deverá ser tal que qualquer parte interior dos riscos ou edifícios não protegidos por hidrantes

internos, ou qualquer parte externa dos mesmos, fique no máximo a 10 metros da ponta do esguicho, acoplado a não mais de 60 metros de mangueira, deverão estar afastados dos edifícios a proteger, numa distância máxima de 15 metros. Quando isso não for possível, deverão ser localizados em pontos onde a probabilidade de danos pela queda de paredes seja pequena e impeça que o operador seja bloqueado pelo fogo e fumaça. Usualmente, em locais congestionados, devem ser localizados ao lado de edifícios baixos, próximos a torres de concreto ou alvenaria munidas de escada ou próximos aos cantos formados por paredes resistentes de alvenaria.

O Corpo de Bombeiros da Paraíba (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992), na determinação do número de hidrantes, não faz distinção entre hidrante interno e externo, estabelecendo que qualquer ponto a proteger seja simultaneamente alcançado por duas linhas de mangueiras de hidrantes distintas com comprimento máximo de 30 metros em dois lances de 15 metros.

Todos os hidrantes devem ser sinalizados, de modo que possam ser localizados com presteza. Além disso, a área ao seu redor, bem como as vias de acesso aos mesmos, deverão estar sempre desobstruídas e livres de qualquer material ou equipamento.

Como não existe sistema de prevenção e combate a incêndio nas fábricas que prescindam do uso generalizado de água, nesta etapa da elaboração do arranjo físico deve-se ter um cuidado especial com a localização dos reservatórios de água. Estes deverão ser localizados o mais próximo possível do centro geométrico das instalações a serem protegidas, uma vez que tal localização minimizará o investimento no sistema, reduzindo as perdas por atrito nas tubulações e nas conexões e, conseqüentemente, exigindo o dimensionamento de comprimentos e diâmetros menores, além de minimizar a altura do próprio reservatório elevado ou a potência do conjunto moto-bomba.

Pára-raios é o aparelho que tem a dupla finalidade de evitar descargas elétricas atmosféricas (raios) ou interceptá-

-las, fazendo com que cheguem em segurança à terra, onde sua energia será dissipada.

Uma vez que normalmente a “caixa d’água” é a edificação de maior altura na fábrica. Constitui-se, portanto, no lugar adequado para a instalação do pára-raios, racionalizando-se assim os recursos financeiros utilizados para a instalação deste importante equipamento de prevenção de incêndios, uma vez que normalmente um único pára-raios assim localizado dará proteção a todas as instalações.

Raio pode ser definido como a faísca que é produzida quando as cargas elétricas contidas numa nuvem passam rapidamente desta para outra ou de uma delas para a terra. Sua descarga, além de imprevisível, é portadora de calor. Por isso torna-se muito perigosa, podendo provocar incêndio ou explosão.

Conforme o método empregado na proteção, o pára-raios pode ser do tipo *Franklin* (Figura 8.3), gaiola de *Faraday*, radioativo ou de linha. Deve, também, estar solidamente conectado à terra, mediante cabo condutor de seção adequada. Com isso, determina-se uma área de influência e proteção que o faz tornar-se o caminho natural mais fácil de uma descarga elétrica. O pára-raios tipo *Franklin* projeta um cone de proteção, com uma base com diâmetro equivalente a aproximadamente quatro vezes a altura da instalação.

Um pára-raios bem instalado (gaiola de *Faraday*) e bem mantido protege praticamente a área do espaço equivalente a um círculo cujo centro é a haste do pára-raios dentro da qual o campo é nulo, pois as zonas de proteção se superpõem. Essa instalação seria, entretanto, muito onerosa.

Finalmente, deve-se projetar os arruamentos, com larguras suficientes para permitir também a circulação de carros de combate ao fogo, de modo que se possa atingir externamente qualquer ponto da área protegida, aproveitando-se também, para o isolamento dos riscos de incêndio no espaço.

O ideal, ao se projetar uma indústria, é realizar a construção em blocos ou riscos isolados (qualquer que seja o material utilizado na construção, a partir de 8 metros de separação entre blocos, cada risco de incêndio é considerado isolado - IRB,1989). Quando tal não for possível, devido às limitações de terreno ou à minimização das distâncias a serem percorridas, deve-se prever a separação dos diversos departamentos fabris através de paredes e portas corta-fogo, principalmente os departamentos de manufaturas, de estoques e de depósitos.

Como conseqüência da realização de todas as etapas anteriores, elabora-se o arranjo físico final que, após uma última revisão geral, deve ser devidamente documentado. Este arranjo permanecerá enquanto os diversos fatores que influenciam este resultado permanecerem imutáveis, quais sejam: número de pessoas; quantidades e tipos de materiais; processos produtivos e máquinas, equipamentos e instalações.

Independentemente de qualquer mudança significativa, é importante que, em um tempo determinado, por exemplo, a cada ano, se faça uma revisão geral do arranjo físico final, tendo em vista o melhoramento contínuo.

9.8 Questionário

9.8.1 Concluído cada Arranjo Físico Detalhado, retorna-se ao Arranjo Físico Geral para se fazer as devidas adequações quanto:

a) ao sistema de extintores, o sistema de hidrantes, o dimensionamento do pára-raios e a determinação dos arruamentos interdepartamentais;

b) aos sistemas fixos de combate, a locação de reservatórios de águas, o dimensionamento do pára-raios e a determinação dos arruamentos interdepartamentais;

c) aos sistemas fixos de combate, ao sistema de extintores, o dimensionamento do pára-raios e a determinação dos arruamentos interdepartamentais.

9.8.2 Dentre os sistemas fixos de combate, o de uso mais generalizado é o sistema de:

- a) Hidrantes;
- b) Extintores;
- c) Mangotinho.

9.8.3 Os hidrantes devem ser constituídos:

- a) de uma tomada d'água munida de um dispositivo de manobra cuja altura sobre o nível do piso não deve ultrapassar 1,30 m
- b) de uma tomada d'água munida de um dispositivo de manobra cuja altura sobre o nível do piso não deve ultrapassar 1,60 m;
- c) de uma tomada d'água munida de um dispositivo de manobra cuja altura sobre o nível do piso não deve ultrapassar 1,50 m.

9.8.4 O Corpo de Bombeiros da Paraíba (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992), na determinação do número de hidrantes, não faz distinção entre hidrante interno e externo, estabelecendo que qualquer ponto a proteger seja simultaneamente alcançado por:

- a) duas linhas de mangueiras de hidrantes distintas com comprimento máximo de 30 metros em dois lances de 15 metros;
- b) três linhas de mangueiras de hidrantes distintas com comprimento máximo de 60 metros em quatro lances de 15 metros;
- c) duas linhas de mangueiras de hidrantes distintas com comprimento máximo de 60 metros em dois lances de 30 metros.

9.8.5 Os reservatórios elevados de água deverão ser localizados:

- a) o mais próximo possível das tomadas d'água, uma vez que tal localização minimizará o investimento no sistema, reduzindo as perdas por atrito nas tubulações e nas conexões e, conseqüentemente, exigindo o dimensionamento de comprimentos e diâmetros menores, além de minimizar a altura do próprio reservatório elevado ou a potência do conjunto moto-bomba;

b) o mais próximo possível do centro geométrico das instalações a serem protegidas, uma vez que tal localização minimizará o investimento no sistema, reduzindo as perdas por atrito nas tubulações e nas conexões e, conseqüentemente, exigindo o dimensionamento de comprimentos e diâmetros menores, além de minimizar a altura do próprio reservatório elevado ou a potência do conjunto moto-bomba;

c) o mais próximo possível do reservatório subterrâneo, uma vez que tal localização minimizará o investimento no sistema, reduzindo as perdas por atrito nas tubulações e nas conexões e, conseqüentemente, exigindo o dimensionamento de comprimentos e diâmetros menores, além de minimizar a altura do próprio reservatório elevado ou a potência do conjunto moto-bomba.

9.8.6 Um pára-raios do tipo *Franklin*, instalado a 20m de altura, oferece proteção a construções situadas a:

- a) até 80m da haste do pára-raios;
- b) até 40m da haste do pára-raios;
- c) até 40 e 80m da haste do pára-raios.

9.8.7 O ideal, ao se projetar uma indústria, é realizar a construção em blocos ou riscos isolados, qualquer que seja o material utilizado na construção, a partir de:

- a) de 8 metros de separação entre blocos;
- b) de 6 metros de separação entre blocos;
- c) de 4 metros de separação entre blocos.

9.8.8 Assinale as situações em que se faz necessário um estudo de *layout* novos produtos a serem fabricados

- a) alteração no processo de fabricação;
- b) acidentes de trabalho freqüentes;
- c) excesso de produtos danificados.

Capítulo 10

ASPECTOS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS NO PROJETO DAS INSTALAÇÕES

Neste capítulo descrevemos os itens complementares indispensáveis ao projeto de instalações, quais sejam: caminhos de fuga (pontos de fuga, portas, escadas, degraus, áreas de refúgio, descarga, balcões, varandas, terraços, elevador de emergência, guarda corpo, dutos de ventilação e sistemas de alarme.

Os pontos de fuga, portas, escadas, áreas de refúgio e descarga, antecâmaras e os elevadores de emergência, são os diversos componentes dos caminhos de fuga.

As necessidades de caminhos de fuga, além de alarme, iluminação de emergência, chuveiro automático, pára-raio, sinalização para fuga e tipo de prevenção, é função do tipo de edificação, altura e número de pavimentos, conforme Tabelas 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, retiradas das normas da Polícia Militar da Paraíba (1992), apresentadas ao final do Capítulo.

Por sua vez, os sistemas de alarme apresentados atende ao que há de mais moderno no momento, apresentando-se desde os sistemas de disparo acionados manualmente até os sistemas automáticos.

10.01 Pontos de fuga

Os pontos de fuga (Figura 11.1) deverão ser sinalizadas, protegidas por portas corta-fogo resistentes há duas horas, no mínimo, devendo abrir no sentido de trânsito de saída. Devem dar saída para corredores a prova de fogo, com paredes resistentes há duas horas (Tabela 6.3), com largura de acesso idêntica as saídas de emergência da escada de emergência.

Além disso, os corredores para os pontos de fuga devem conduzir para a via pública ou área externa em comunicação com esta, com iluminação de emergência, com portas de saída abrindo também no sentido de trânsito das pessoas em fuga.

Os pontos de fuga deverão ser localizados em locais de fácil acesso, dispostos em pontos que não permitam a sobreposição de fluxo de saída. Finalmente deve-se observar que as vias de fuga não podem ser obstruídas, nem se destinarem a outras operações.

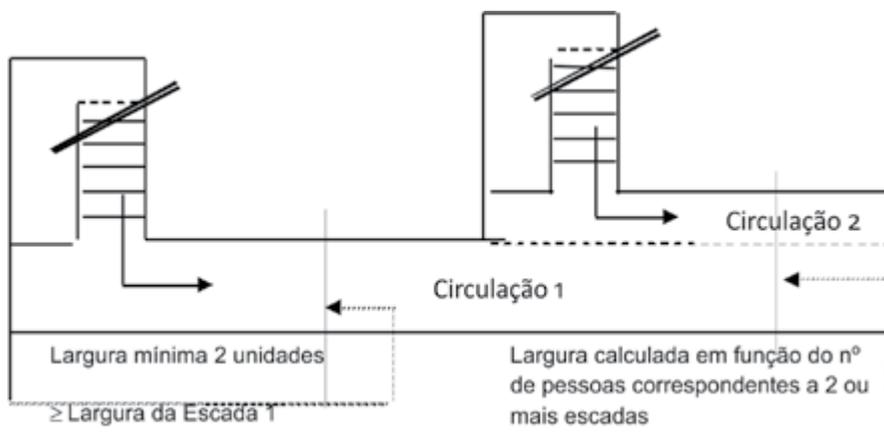


Figura 11.1 Ponto de Fuga

10.02 Portas

As portas de saídas de emergência e as portas das salas, com capacidade acima de 50 pessoas, e em comunicação com os acessos, devem abrir no sentido de trânsito de saída e, ao abrirem, não podem diminuir a largura efetiva dos acessos, para valor menor que a largura mínima exigida.

A largura (vão livre) das portas (corta-fogo ou comuns) utilizadas nas saídas de emergência deve atender aos seguintes requisitos: ser proporcional ao número de pessoas que por elas transitarem, determinadas em função da natureza da ocupação do edifício, conforme estabelecido na Tabela 21 e dimensionadas pela Fórmula 1 seguinte:

Fórmula 1: $N = P/C_p$, ou P/C_a , ou P/C_e .

Onde:

N = número de unidades de passagem (arredondado para número inteiro);

C_p = capacidade da porta; C_a = capacidade de descarga; C_e = capacidade da escada (Tabela 21);

Deve ter os valores mínimos de: 0,80 m, valendo por uma unidade de passagem; 1,20 m, valendo por duas unidades de passagem; 1,70 m, valendo por três unidades de passagem; 2,20 m, valendo por quatro unidades de passagem, devendo ter mais de uma folha, quando tiver mais de 1,20 m.

As portas de antecâmaras e outras do tipo cortafogo devem ser providas de dispositivos mecânicos e automáticos de modo a permanecerem fechadas, mas destrancadas, no sentido de fluxo de saída.

Em salas com capacidade acima de 200 pessoas as portas de comunicação com o acesso devem ser dotadas de ferragens do tipo antipânico, com as seguintes características: ser acionadas por uma força inferior a 50 N; e, ter a barra de acionamento colocada entre 0,90 m e 1,10 m do piso.

10.03 Escadas

As escadas (Figura 11.2) destinadas a saídas de emergência deverão atender aos seguintes requisitos: ser construída em material resistente ao fogo; ter pisos e patamares revestidos com material incombustível; ter os pisos com condições antiderrapantes; e, atender a todos os pavimentos, inclusive, subsolo.

A Polícia Militar da Paraíba (1992) aceita a substituição das escadas por rampas, desde que sejam cumpridos os mesmos requisitos aplicáveis às escadas, e que sejam construídas com inclinação máxima de 10% (dez por cento).

10.03.1. Tipos de escadas

As escadas podem ser comum, protegida, enclausurada e a prova de fumaça.

As distâncias a serem percorridas para atingir as portas das escadas enclausuradas, ou as portas das antecâmaras das escadas a prova de fumaça, ou das escadas protegidas, ou o último degrau (degrau superior) das escadas comuns, são determinadas em função das seguintes condições:

a) Quando os pavimentos forem isolados entre si: ter entrepisos executados em concreto armado, de acordo com a NBR 6118; ter paredes externas resistentes a 2 horas de fogo (Tabela 6.3); ter afastamento mínimo de 1,30 m entre peitoris e vergas de abertura situada em pavimentos consecutiva; as distâncias entre aberturas podem ser substituídas por abas horizontais que avancem 90 cm da face da edificação solidárias com o entrepiso, com material resistente ao fogo por 4 horas (essa distância deve ser, no máximo, de 25 m, medidas dentro do perímetro do pavimento (Figura 7.3), a partir do ponto mais afastado do mesmo);

b) Quando não houver isolamento entre pavimentos, essa distância deve ser reduzida para o máximo de 15 m;

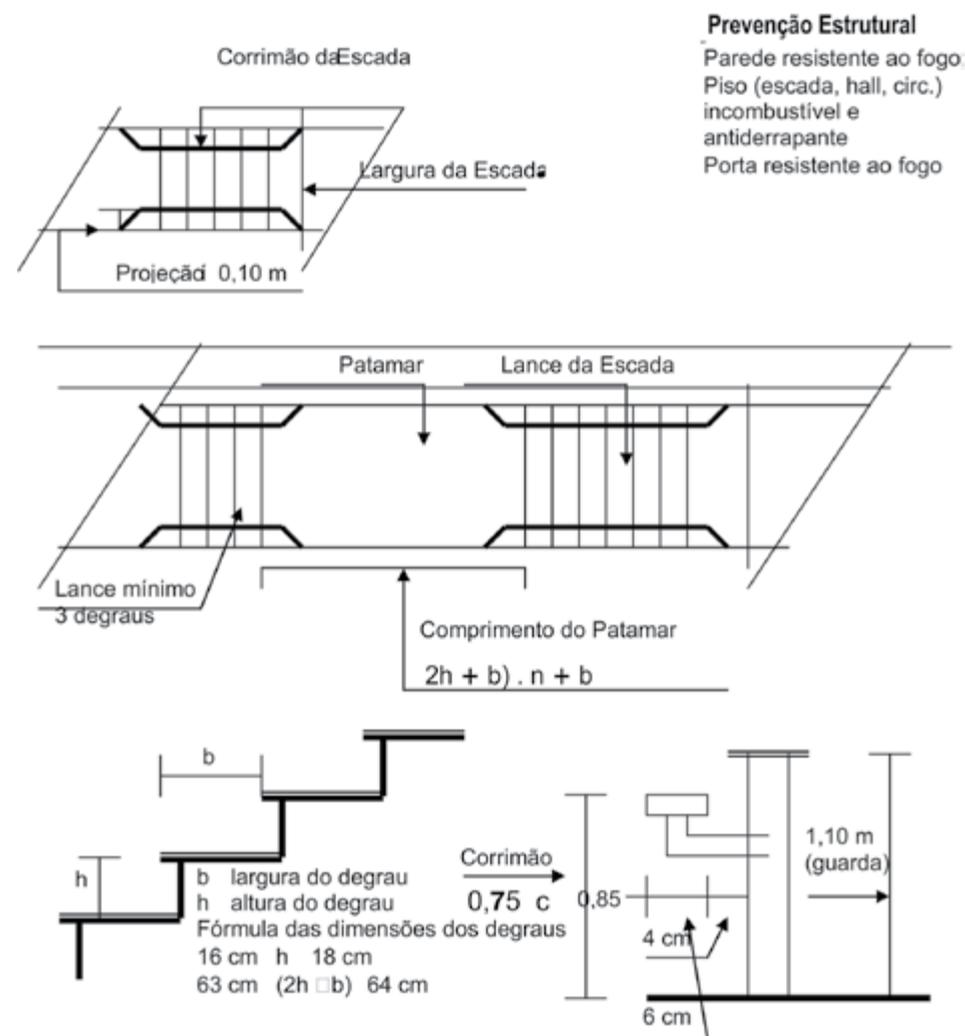


Figura 11.2 Escadas

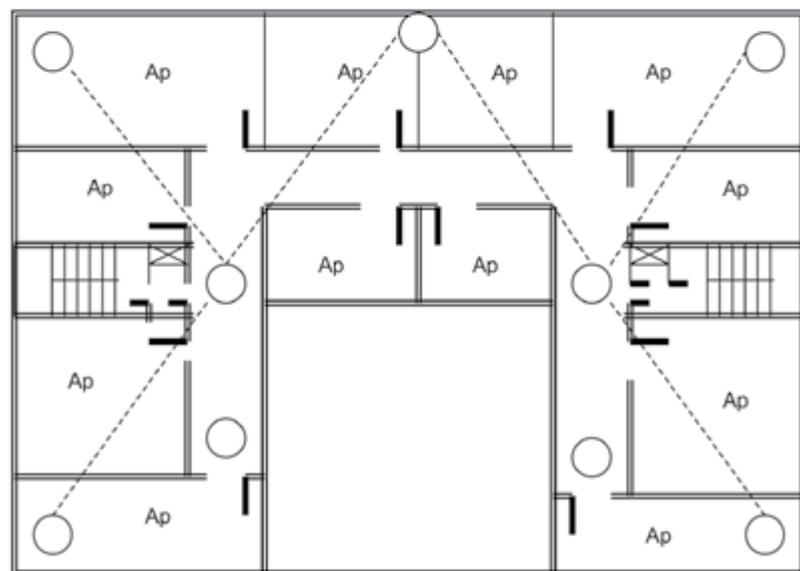
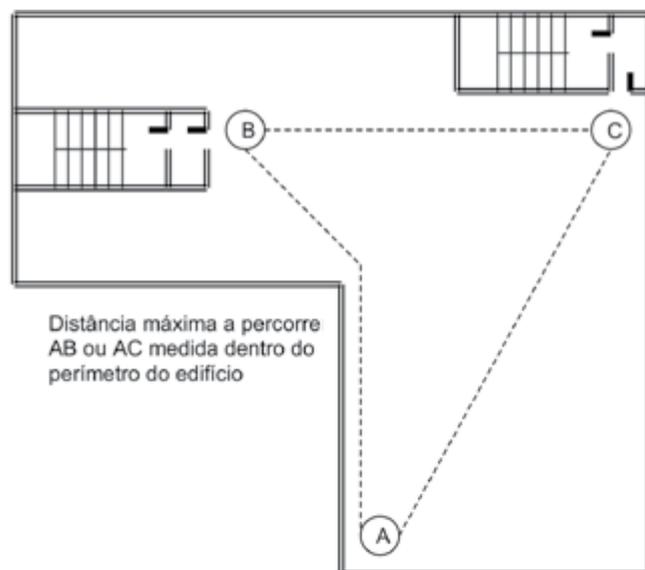


Figura 11.3 Perímetro a Percorrer

c) quando houver, além do isolamento entre pavimentos, isolamento entre unidades autônomas: para que as unidades autônomas sejam consideradas isoladas entre si, devem obedecer as seguintes condições mínimas: ser separadas entre si por paredes resistentes a 4 horas de fogo (Tabela 6.3); ter paredes que as separem de áreas de uso comum do pavimento, resistentes a 2 horas de fogo (Tabela 6.3); ser dotadas de portas resistentes ao fogo, quando em comunicação com acessos; ter as aberturas situadas em lados opostos de paredes divisórias entre unidades autônomas, afastamento de 1 m entre si, podendo esta distância ser substituída por abas verticais, perpendicular ao plano das aberturas, com 50 cm de saliência sobre o mesmo e ultrapassando 30 cm a verga das aberturas; ter as aberturas situadas em paredes paralelas, perpendiculares ou oblíquas entre si, que pertençam a unidades autônomas distintas, afastamento mínimo de 1,50 m devendo a distância máxima a percorrer ser de 35 m.

As distâncias máximas a percorrer podem ser aumentadas em até 15 m, sempre que houver proteção total no prédio por chuveiros automáticos.

À distância citada, pode ser aumentada em até 15 m, sempre que a unidade autônoma (ou parte da unidade autônoma) considerada tiver porta para corredor protegida com acesso a, no mínimo, duas saídas em sentidos opostos, ou porta para duas ou mais saídas de emergência independentes.

10.03.2 Degraus

Os degraus devem obedecer aos seguintes requisitos (Figura 7.2): a) ter altura (h) entre 16 e 18 cm; b) ser a largura do degrau (b) dimensionada pela fórmula: $63 \text{ cm} \leq (2h + b) \leq 64 \text{ cm}$; c) ter o lance mínimo de três degraus, contando-se estes pelo número de espelhos; d) ter os degraus balanceados quando, excepcionalmente, o lance da escada for curvo (escada em leque), a medida “b” (largura do degrau), neste caso, é feita perpendicularmente à

projeção da borda (nariz) do degrau anterior e a 60 cm da extremidade mais estreita do mesmo a parte mais estreita do degrau deve ter, no mínimo, 15 cm; e) ter, em uma escada, largura e altura uniforme em toda sua extensão.

10.03.3 Larguras

As larguras das escadas devem ser proporcionais ao número de pessoas que por ela transitarem em cada pavimento; ser dimensionada em função do pavimento com maior população que determinará as larguras mínimas para os demais pavimentos, considerando-se o sentido da saída; ser determinada em função da natureza da ocupação e dimensionada pela fórmula 1, sendo cada unidade de passagem igual a 0,55 m (cinquenta e cinco centímetros).

Ter, as medidas realizadas no ponto mais estreito, com exclusão dos corrimãos, que podem projetar até 10 cm de cada lado, sem obrigatoriedade de aumento na largura das escadas.

10.03.4 Patamares

Ser a altura máxima de piso, entre patamares consecutivos, de 3 m ou a cada 16 degraus; ser o comprimento do patamar, quando em “lance reto de escada”, medido no sentido do trânsito, dado pela fórmula $(2h + b)n + b$, em que n é um número inteiro, significando número de degraus; e, ser o comprimento do patamar, quando há “mudança de direção da escada”, no mínimo igual à largura da escada.

10.03.5 Corrimãos

Ser obrigatoriamente colocados de ambos os lados da escada (Figura 11.2); estar situados entre 75 cm e 85 cm acima

do nível da superfície superior do degrau, medida esta tomada verticalmente da borda (nariz) do degrau ao topo do corrimão; ser fixados somente pela sua parte inferior; ter a largura máxima de seis cm; estar afastados, no mínimo, quatro cm da face das paredes a que estiverem fixados; ser construídos de forma a permitir contínuo escorregamento das mãos ao longo de seu comprimento; o material do corrimão não precisa, necessariamente, ser incombustível; as escadas, com mais de 2,50 m de largura devem ter corrimão intermediário, no máximo, a cada 2,20 m. Toleram-se excepcionalmente, apenas dois corrimãos, em escadas externas de caráter monumental. As extremidades dos corrimãos intermediários devem ser dotados de dispositivos para evitar acidentes (balaústres, etc).

Os lances não confinados entre paredes, devem ter seus lados abertos, protegidos por guardas de material incombustível, de acordo com a especificação de guarda-corpo.

As caixas não podem ser utilizadas como depósitos ou para a localização e equipamentos, exceto os previstos em iluminação de emergência.

Nas escadas não podem existir aberturas para tubulações de lixo. Devem terminar, obrigatoriamente no piso da descarga, não podendo ter comunicação direta com outro lance da mesma prumada. Quando as edificações estiverem em construção, as escadas devem ser construídas concomitante com a execução da estrutura, permitindo a fácil evacuação da obra, salvo se houver outro sistema eficiente de escape.

10.03.6 Escadas protegidas

Além do que já foi apresentado, as escadas protegidas (Figura 7.4) devem atender aos requisitos seguintes: ter suas caixas isoladas por paredes resistentes ao fogo por um período mínimo de 2 horas (Tabela 6.3); ter as portas de acesso resisten-

tes ao fogo, no mínimo, 30 minutos; e, ser dotadas de janelas com ventilação permanente, abrindo para o espaço livre exterior.

Por sua vez, as janelas de ventilação permanente, devem atender aos seguintes requisitos: estar situada junto ao teto; ter a área efetiva mínima de $0,85 \text{ m}^2$ e a largura mínima de $1,20 \text{ m}$; e, não ter sua área efetiva de ventilação diminuída, quando a abertura for guarnecida por venezianas, tela ou outro material ou dutos de ventilação.

Os dutos de ventilação, por sua vez, devem atender as seguintes características mínimas: estarem situados junto ao teto; ter área mínima de $0,70 \text{ m}^2$ e largura mínima de $1,20 \text{ m}$; e, não ter sua área efetiva de ventilação diminuída, quando a abertura for guarnecida por venezianas, tela ou outro material.

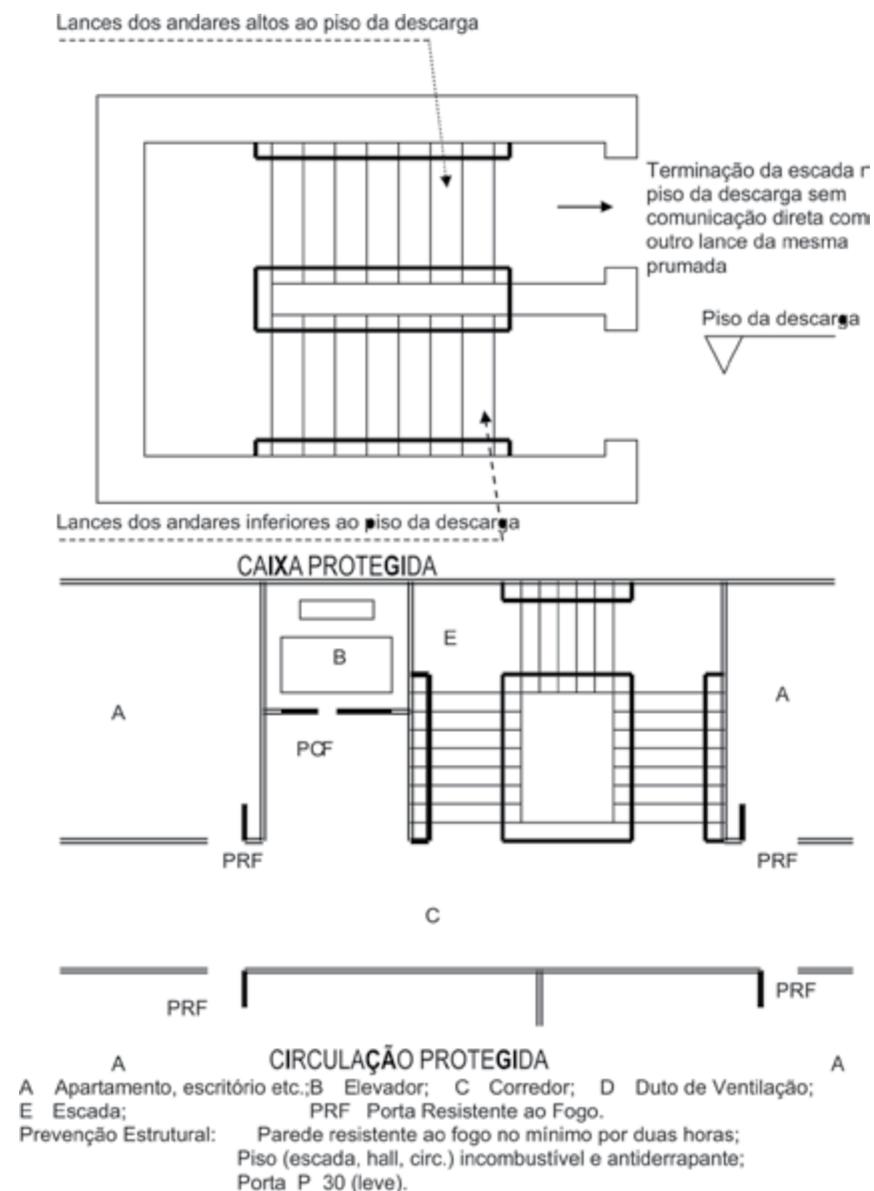


Figura 11.4 Escada Protegida

10.03.7 Escadas enclausuradas

Por sua vez as escadas enclausuradas (Figura 7.5) devem atender aos seguintes requisitos: a) ter suas caixas envolvidas por paredes resistentes ao fogo por um período de 2 horas (Tabela 6.3); b) serem corta-fogo as portas de acesso; c) ter seus acessos ventilados por dutos ou janelas. No caso de ventilação por dutos, deverá ser previsto, também, duto de entrada de ar.

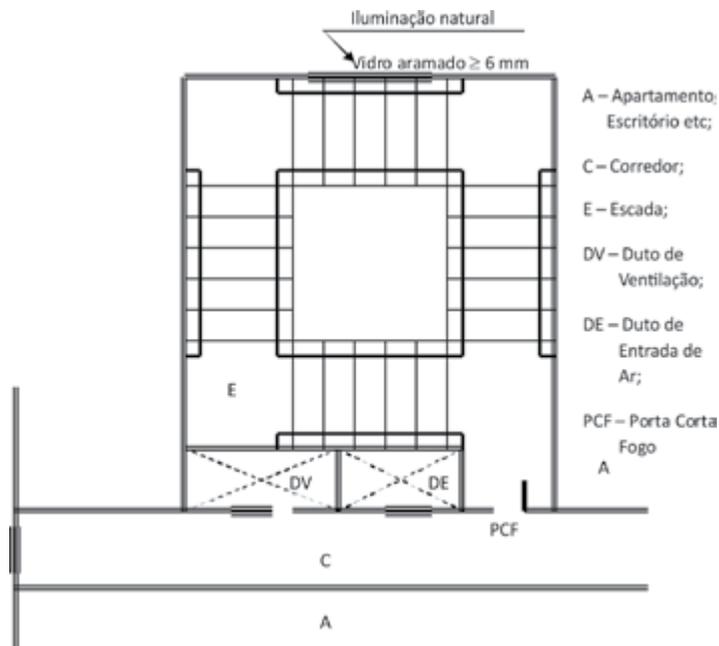


Figura 11.5 Escada Enclausurada

A entrada de ar nas antecâmaras deve ser colocada logo acima do rodapé, e sua seção deve ser igual à abertura de ventilação com área mínima de $0,70 \text{ m}^2$ e a largura mínima de $1,20 \text{ m}$ e não ter sua área efetiva de ventilação diminuída, quando a abertura for guarnecida por venezianas, tela ou outro material. A tomada

de ar do duto deve estar situada inferiormente, e de forma que não fique comprometida a captação de ar respirável.

A iluminação natural das caixas das escadas enclausuradas, quando houver, deve atender aos seguintes requisitos: a) ser obtida por abertura provida de caixilho metálico fixo e guarnecido por vidro aramado, com espessura mínima de seis mm e malha de $12,5 \text{ mm}$; b) em parede, dando para o exterior, sua área máxima é de $0,50 \text{ m}^2$; c) havendo mais de uma abertura, a distância entre elas não pode ser inferior a 1 m e a soma de suas áreas não deve ultrapassar a 10% da área da parede em que estiverem situadas; d) distar, no mínimo, $3,00 \text{ m}$ de qualquer abertura e $1,50 \text{ m}$ das divisas do terreno.

10.03.8 Escadas a prova de fumaça

As necessidades específicas são: a) ter suas caixas envolvidas por paredes resistentes ao fogo por um período de 4 horas (Tabela 6.3); b) ter ingresso por antecâmaras ventiladas, terraço ou balcão, atendendo ao prescrito nas condições das antecâmaras e aos requisitos atinentes a balcões, varandas e terraços; c) ser providas de portas corta-fogo em sua comunicação com a antecâmara; d) ter seus lances retilíneos, não sendo admitidos degraus em leque; e) as aberturas guarnecidas de vidro aramado nas paredes entre a antecâmara e a escada a prova de fumaça podem ter área máxima de 1 m^2 ; poderá ser admitido, a critério do projetista, o uso de pressurização interna em escada a prova de fumaça, sem prejuízo das demais exigências; f) a iluminação natural das caixas das escadas à prova de fumaça deve obedecer aos requisitos de iluminação natural das caixas das escadas enclausuradas.

10.04 Áreas de refúgio

As edificações com obrigatoriedade de áreas de refúgio devem ser subdivididas, em cada pavimento, por portas corta-

-fogo e paredes resistentes ao fogo por duas horas, constituindo áreas de refúgio.

Cada área de refúgio deve ter acesso direto à escada.

Em hospitais e assemelhados, deve haver tantas subdivisões quantas forem necessárias, para que as áreas de refúgio não tenham área superior a 2.000m². Além disso, nos hospitais e assemelhados, a comunicação entre áreas de refúgio e/ou entre áreas de refúgio e saídas, devem ser em nível ou em rampa com declividade máxima de 10%.

O número de unidades de passagem exigidas nas saídas de emergência da edificação, dotada de área de refúgio, calculada conforme a Tabela 21 observando-se que cada unidade de passagem equivale a 0,55 m (cinquenta e cinco centímetros), pode ser reduzido em até 50%, desde que cada local ou compartimento tenha acesso direto às saídas, com número de unidades de passagem correspondente à sua respectiva área. Além disso, deve ter área mínima igual à metade da área total do pavimento, ter piso revestido com material isolante térmico e ter dispositivo, quando em pavimento intermediário que garanta a ventilação do ambiente.

10.05 Descarga

A descarga deve ter largura proporcional ao número de pessoas que por ela transitarem determinadas em função da natureza da ocupação do edifício, (Tabela 21), e dimensionada pela fórmula 1.

Observe-se que o número de unidades de passagem, não pode ser inferior a dois (1,10 m) e que a largura de descarga é medida no seu ponto mais estreito.

Quando várias escadas concorrem a uma descarga comum, os segmentos de descarga entre saídas de escadas devem ter larguras proporcionais ao número de pessoas correspondentes às escadas respectivas.

As descargas podem ser construídas por áreas em pilotis ou por corredor ou átrio enclausurado. A área em pilotis deve situar-se em pavimento térreo ou ao nível de acesso da edificação; não ser utilizável como estacionamento de veículos de qualquer natureza; ser mantida livre e desimpedida, não podendo ser utilizada como depósito de qualquer espécie. Se corredor ou átrio enclausurado, deve situar-se no pavimento térreo ou ao nível de acesso da edificação; ter paredes resistentes ao fogo, por tempo equivalente ao das paredes das escadas que a ele conduzirem; ter pisos e paredes revestidos com materiais resistentes o fogo; ter portas corta-fogo, isolando-o de todo e qualquer compartimento (apartamentos, salas de medidores, etc.) que com ele comunique.

Quando a descarga conduzir a um corredor a céu aberto, este deve ser protegido por marquise, com largura mínima de 1,20 m. As galerias de lojas e os depósitos de lixo dos prédios podem ter acesso para descarga, desde que providos de antecâmaras enclausuradas e ventiladas. Os elevadores com acesso direto à descarga devem ser dotados de portas resistentes ao fogo. Os elevadores que atenderem a pavimentos inferiores à descarga só podem a ela ter acesso se as paredes inferiores forem providas de antecâmaras enclausuradas e ventiladas.

10.06 Antecâmaras

As antecâmaras (Figura 7.6), para ingresso nas escadas à prova de fumaça, devem obedecer as seguintes condições: a) ser dotadas de portas corta-fogo, abrindo diretamente para o exterior; estas aberturas devem situar-se, no máximo, a uma distância horizontal de 3,0 m, medidas em planta, da porta de entrada da antecâmara; ser dotadas de duto para entrada de ar com aberturas para ventilação permanente por duto situado junto ao teto; ter área mínima de 0,70 m² e a largura mínima de 1,20 m; e, não ter sua área efetiva de ventilação diminuída, quando a abertura for guarnecida por venezianas, tela ou outro material.

À distância entre as janelas para ventilação das antecâmaras e as divisas do terreno ou qualquer outra abertura do próprio prédio deve ser, no mínimo, igual a 1/3 da altura da edificação.

À parte de ventilação efetiva e permanente das janelas deve atender aos seguintes requisitos: estar situada junto ao teto; Ter a área efetiva mínima de 0,85 m² e a largura mínima de 1,20 m; não ter sua área efetiva de ventilação diminuída, quando a abertura for guarnecida por venezianas, tela ou outro material.

Nas antecâmaras não pode haver comunicação com tubos de lixo, galerias de dutos de qualquer natureza, caixas de distribuição de energia elétrica ou telefone, porta de elevadores, ressaltando o sistema de alarme.

10.07 Balcões, varandas e terraços

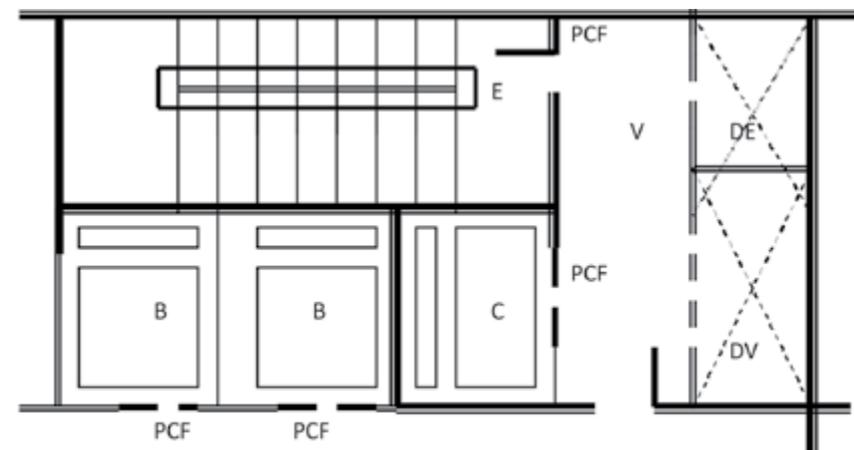
Devem ser dotados de portas corta-fogo na entrada e na saída; atender a distância entre as janelas para ventilação das antecâmaras e as divisas do terreno ou qualquer outra abertura do próprio prédio deve ser, no mínimo, igual a 1/3 da altura da edificação (antecâmara); ter guarda de material incombustível e não vazada com altura mínima de 1,10 m; ter o piso praticamente no mesmo nível (desnível máximo de 0,18 m) dos compartimentos internos do prédio e da caixa da escada a prova de fumaça; em se tratando de terraço a céu aberto, não situado no último pavimento, o acesso deve ser protegido por marquise com largura mínima de 1,20 m.

10.08 Elevador de emergência

Nos edifícios com mais de 25 pavimentos, deve existir, segundo a Polícia Militar da Paraíba (1992), pelo menos, um elevador de emergência (Figura 7.6).

Esses elevadores, além de obedecer às normas gerais de segurança, previstas na NBR 7192 e na NBR 5410, devem atender às

seguintes condições: ter a caixa envolvida por paredes resistentes ao fogo, por 4 horas; ter as portas metálicas abrindo para a antecâmara; ter circuito de alimentação de energia elétrica com chave própria, independente da chave geral do edifício, possuindo neste circuito chave reversível no piso de descarga, que possibilite ser ligado a um gerador externo, na falta de energia elétrica na rede pública; ter capacidade de carga mínima de 490 Kg (sete passageiros); ter indicação de posição na cabine e nos pavimentos; ter os patamares dos pavimentos de acesso em rampa, com desnível mínimo de três cm a caimento para o acesso; possuir painel de comando que possibilite, a qualquer momento, a localização dos elevadores e a neutralização de outras chamadas.



B – Elevadores; C – Elevador de Emergência; DE – Duto de Entrada de Ar; DV – Duto de Ventilação; E – Escada; V – Antecâmara; PCF – Porta Corta Fogo.

— Parede resistente ao fogo no mínimo por 4 horas;

Figura 11.6 Elevador de Emergência, Escada a Prova de Fumaça e Antecâmara

O painel de comando deve: ser localizado no pavimento de descarga; possuir chave de comando de reversão para permitir volta do elevador a esse piso; possuir dispositivo de retorno e blo-

queio dos carros no pavimento de descarga, anulando as chamadas existentes, de modo que as respectivas portas permaneçam abertas, sem prejuízo de fechamento dos vãos do poço nos demais pavimentos; possuir duplo comando automático e manual, reversível mediante chamada apropriada.

No caso de hospitais e assemelhados, deve existir elevador dotado de cabine com dimensões para o transporte de maca.

10.09 Guarda-corpo

Todas as saídas de emergência, tais como: escadas, patamares, balcões, rampas, etc., localizadas junto à face externa do pavimento e mezanino com lado aberto, devem ter guardas contínuas para evitar quedas.

As guardas devem ter altura igual ou maior que 1,10 m, medida verticalmente do topo da guarda ao nariz do degrau ou ao piso do patamar, balcão ou rampa.

As guardas são construídas de forma que o espaço, do topo ao assoalho, degrau ou rodapé até a altura mínima exigida, seja subdividido ou preenchido de uma das seguintes maneiras; a) longarinas intermediárias distanciadas de, no máximo, 25 cm entre si; b) balaústres verticais espaçados não mais de 15 cm um do outro; c) áreas preenchidas total ou parcialmente por painéis de tela ou por grades ornamentais que protejam contra quedas, equivalentes àquelas proporcionais pelas longarinas ou balaústres verticais especificados nas alíneas “a” e “b”. d) muretas de alvenaria ou concreto; e) qualquer combinação das alíneas precedentes que proporcione segurança equivalente.

O desenho das guardas, corrimãos e respectivas fixações, devem ser tais que não haja saliência, abertura ou elementos de grades ou painéis que possam enganchar em roupas.

10.10 Dutos de ventilação

Os dutos de ventilação (Figura 7.7) devem ter suas paredes resistentes ao fogo por 2 horas (Tabela 6.3); ter somente aberturas na parede comum com os vestíbulos semelhante às antecâmaras; ter seção mínima de 1/40, do somatório das seções de passagem de todas as antecâmaras ventiladas pelo duto, as quais são calculadas pelo produto de sua menor dimensão em planta, pelo seu respectivo pé direito; ter as dimensões livres, em planta, de 1,20 m de largura por 0,70 m de profundidade, no mínimo; elevar-se 1 m de qualquer cobertura; não ser utilizado para localização de equipamentos ou canalizações; ter pelo menos, numa das faces acima da cobertura, venezianas de ventilação, com área mínima de 1 m² e nunca inferior à área do duto de ventilação.

Os dutos de entrada de ar (Figura 7.7) devem atender as seguintes condições: ser dimensionados de forma análoga aos dutos de tiragem (dutos de ventilação); ser totalmente fechados em sua extremidade superior; ter abertura em sua extremidade superior; e, ter a abertura inferior fechada por portinholas de tela ou veneziana de material resistente ao fogo, que não diminua a área efetiva de ventilação.

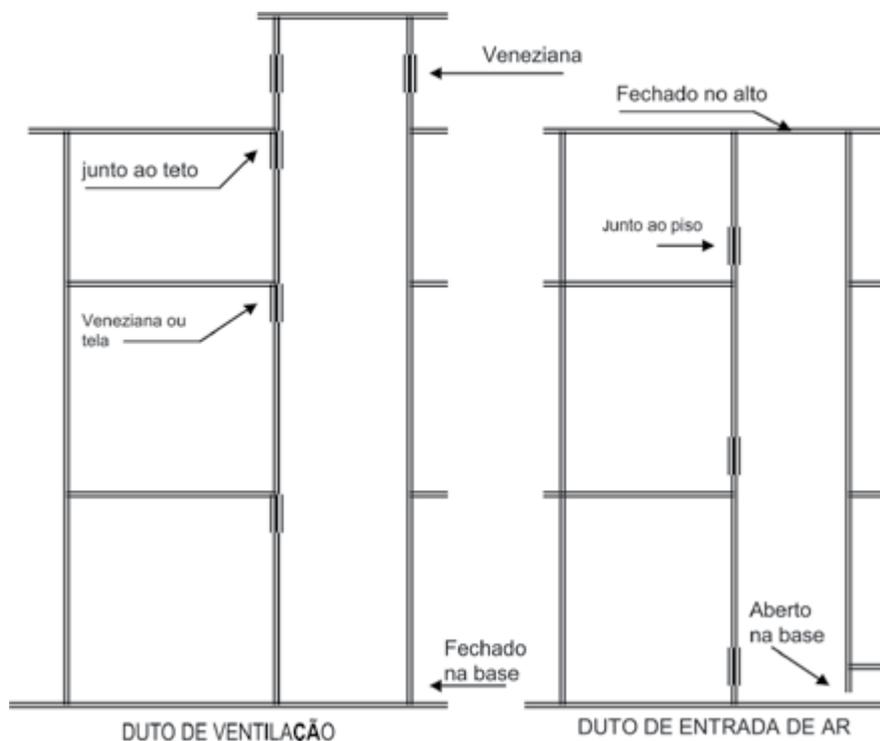


Figura 7.6 Duto de Ventilação e de Entrada de Ar

10.11 Sistemas de alarme

Um sistema de alarme se divide em 3 (três) partes: 1. Detecção; 2. Centrais; e, 3. Avisos e Comandos Externos.

10.11.1 Detectores

Os detectores se dividem em 2 grupos: acionadores manuais; e, detectores automáticos.

Acionadores Manuais

Os acionadores manuais consistem em uma caixa de cor viva com inscrição adequada de se operar manualmente, para alarmar a central.

Normalmente é uma caixa de metal ou plástico na cor vermelha com vidro frontal que deve ser quebrado, e um contato elétrico que fecha e abre o circuito elétrico do laço de detecção, quando for acionado manualmente o botão de comando.

Equipamentos modernos são construídos para que em casos de alarmes falsos os vidros possam ser recolocados facilmente sem ferramentas especiais.

Detectores Automáticos

Os detectores automáticos utilizados atualmente são divididos em 3 tipos:

- Detector de fumaça;
- Detector térmico e termovelocimétrico;
- Detector de chamas.

Todos os detectores de fumaça e térmicos são detectores que supervisionam o estado do ambiente no ponto de instalação.

Como se pode estimar uma uniformidade das condições dentro de um certo limite do detector, a instalação deve ser feita de tal maneira que o ambiente a proteger seja supervisionado por detectores distribuídos uniformemente sobre a área a proteger.

Detectores de chamas são sensibilizados pela radiação da chama aberta e por esta razão supervisionam uma área cujo ângulo é dado pelo ângulo da visão do detector e a distância pela sensibilidade de detector.

Subtende-se que obstáculos dentro da área de visão do detector limitam a área a proteger. Por esta razão os pontos de instalação dos detectores de chamas devem ser minuciosamente escolhidos para evitar pontos desprotegidos.

Detector de fumaça ótico

O detector de fumaça ótico detecta a presença de fumaça no ambiente, através da penetração da atmosfera em uma câmara escura submetida a uma radiação de luz infravermelha pulsante e um foto receptor.

Como a detecção de fumaça é ótica, o detector é sensível a todos os tipos de fumaça. Esta detecção se faz antes que a combustão se manifeste sob forma de chama aberta.

O detector não é sensível a movimentos de ar e pode ser instalado em dutos de ar ou dutos verticais com movimento de ar natural.

A manutenção e limpeza são amplamente facilitadas porque o detector não tem partes radioativas nem elementos eletrônicos que possam ser destruídos por manuseio inadequado.

Detector de fumaça iônico

O detector de fumaça iônico detecta a presença de fumaça no ambiente mediante a medição da condutividade do ar na câmara de medição.

Para se ter uma referência, estes detectores são construídos de tal maneira que utilizam normalmente duas câmaras de ar, uma de medição onde o ar ambiente pode entrar, e outra de referência semifechada.

As duas câmaras estão ligadas numa ponte de medição. Quando entra fumaça na câmara de medição, a corrente da mesma diminui e desbalanceia a tensão entre a câmara de medição e a câmara de referência.

Os detectores iônicos utilizam uma ou várias fontes radioativas para aumentar a corrente de ionização artificialmente dentro de suas câmaras. Por isso, manutenção e limpeza em detectores de ionização, somente podem ser feitas por pessoal devidamente instruído.

Detector de temperatura

O detector de temperatura detecta a presença de tempera-

tura anormal e/ou a elevação da mesma anormalmente.

Como sensor pode-se utilizar elementos mecânicos que se autodestroem a uma determinada temperatura, ou elementos que analisam a temperatura e quando chegam a uma determinada temperatura entram em estado de alarme.

Detector de Chamas Infravermelho

O detector infravermelho é sensível nas variações da luz irradiada na faixa infravermelha de uma chama aberta.

O elemento sensível neste caso é uma fotocélula com a sensibilidade máxima na faixa infravermelha da borda da luz visível. São registradas as oscilações de intensidade de uma chama aberta, e alcançado um determinado valor, a eletrônica incorporada ao detector entra em estado de alarme.

Detector de Chamas Ultravioleta

Este tipo de detector é sensível a radiação na faixa ultravioleta da luz emitida por uma chama.

Neste caso se utiliza o efeito que na luz do sol faltam certos espectros chamados bandas de absorção atmosférica. Se estas bandas estão presentes no espectro de uma fonte de luz, a radiação não passou pela absorção da atmosfera, e por isso tem origem terrestre.

O elemento sensível nestes detectores somente “sente” estas bandas, e, na presença destas, a eletrônica incorporada no detector entra em estado de alarme.

10.11.2 Centrais

A central é o “coração” do sistema de alarme de incêndio, e está dividida em 4 partes:

- Detecção
- Lógica
- Controles

- Alimentação

Estas partes são compostas por módulos eletrônicos desenhados especificamente para sua função como segue:

- Módulos de Entrada
- Módulos de Lógica
- Módulos de Saídas
- Módulos de Alimentação

Módulos de Entrada

Os módulos de entrada supervisionam a fiação das linhas de detecção contra rompimento de fios, curtos-circuitos ou aterramento de um dos fios, que alimentam os detectores eletrônicos com a tensão corrente exata para seu funcionamento. Recebem em caso de alarme de um detector esta informação e retransmitem para o sistema lógico da central, além de manter o estado de alarme na linha até o *reset* manual.

Módulos de Lógica

A lógica da central converte as informações de alarme em comandos pré-estabelecidos para atuar sobre os módulos de saída.

Esta lógica é estabelecida e acordada entre o cliente, o projetista do sistema, o projetista da central e o pessoal da segurança que posteriormente utilizará o sistema.

Módulos de Saída

Os módulos de saída atuam sobre os avisadores acústicos, audiovisuais ou visuais e comandam, em sistemas automáticos, o disparo dos agentes de extinção e equipamentos secundários como sistemas de ar condicionado e portas.

Em sistemas com combate, as linhas de comando são supervisionadas contra rompimento de fio, para os avisadores destas áreas específicas, e também para os comandos do disparo.

Módulos de Alimentação

A alimentação de um sistema de alarme de incêndio é sempre dupla.

Normalmente se utiliza como alimentação primária à rede de 110/220 VCA e uma bateria de 24 V como alimentação em casos de falta de energia CA.

Esta bateria está sempre com sua capacidade nominal completa para manter o sistema em funcionamento por um tempo pré-estabelecido.

A alteração no sistema ou na quantidade de detectores ou de comandos necessariamente obriga um recálculo da capacidade da bateria para manter o funcionamento do sistema sem alimentação primária dentro dos padrões previamente estabelecidos.

10.11.3 Avisadores e comandos externos

Os avisadores são utilizados para:

- a) informar o pessoal responsável, numa área de perigo para que tome certas medidas necessárias de segurança;
- b) avisar pessoas dentro da área em perigo;
- c) indicar as saídas normais e de emergência em situações de perigo;
- d) controlar o fluxo de saída do pessoal para evitar confusões e correrias, e não obstruir o caminho para as entradas das brigadas de combate ao incêndio (marcar as vias de acesso e saída de acordo com o lugar do fogo);
- e) informar o crescimento do fogo via a entrada de alarme sucessiva para avisar o pessoal de combate, do estado do perigo.

Dentro dos avisadores atualmente utilizados se destacam quatro tipos:

- Gongos
- Sirene Eletrônica

- Avisador Audiovisual
- Avisador Visual tipo *Flash*.

Gongos

O gongo funciona com uma bobina e um contato interruptor que com alimentação de tensão adequada move um martelo que mecanicamente atinge uma campânula e transforma o movimento mecânico num sinal acústico.

A frequência do sinal é determinada pelo tamanho da campânula do gongo.

Avisadores Eletrônicos

Atualmente a tendência é para a sirene eletrônica. A sirene eletrônica tem como transdutor mecânico/acústico um alto-falante alimentado por um amplificador e um gerador de sinal.

Este gerador pode dar vários sons ou seqüências de sons diferentes que permitem enviar vários tipos de alarmes pelo mesmo equipamento.

Considerando-se que em certos ambientes já existem ruídos próprios, a sirene eletrônica permite sua adaptação sonora para que não possa ser confundida com os outros tipos de ruídos ou alarmes já instalados.

De nenhuma maneira o som de alerta deve impedir a comunicação verbal, quer por frequência ou volume, ou gerar pânico.

Sistemas recentes utilizam como transdutor elétrico/acústico pastilhas cerâmicas que diminuem consideravelmente o custo do equipamento, bem como o consumo de energia de funcionamento.

Os equipamentos áudio visuais combinam o sinal de alerta dado pelo equipamento sonoro como uma impressão visual.

A luz oscila em conjunto com a seqüência do sinal audível.

Avisador Visual Tipo *Flash*

É basicamente um indicador de alta luminosidade que cha-

ma a atenção das pessoas no local de perigo, para as saídas de emergência.

O avisador consiste em uma lâmpada, que é utilizada também em *foto-flashes* eletrônicos, de alta luminosidade e um gerador de alta tensão que transforma a tensão de alimentação de 24V na tensão necessária para um disparo seqüencial.

Normalmente são utilizados acima das portas de saídas de emergência e, eventualmente ligados em sincronismo com o comando de abertura automática de porta em casos de supermercados, ou em fábricas com salas de produção.

Estes avisadores permanecem visíveis mesmo com fumaça no ambiente no qual avisos iluminados de saída de emergências não são mais visíveis.

No interior das edificações utilizam-se os avisadores para indicar os caminhos mais curtos para o lugar do sinistro.

Os avisadores são controlados pela central e alimentados pela fonte da mesma e somente em casos particulares pela rede de 110/220 VCA.

Comandos

Os comandos são utilizados para controle dos elevadores em estado de emergência, abrir portas de emergência ou fechar portas corta-fogo, abrir ventilações nas escadas de emergência, ou fechar os *drumpers* do ar condicionado central para evitar saídas de fumaça em lugares não atingidos pelo fogo.

São também usados em sistemas automáticos de extinção com ou sem prévio aviso dependendo do tipo de agente extintor usado, e se o lugar é normalmente ocupado por pessoas de trabalho ou somente em casos de manutenção.

Estes equipamentos controlados pela central normalmente não estão no escopo do fornecimento de um sistema de alarme de incêndio.

10.11.4 Recomendações gerais

A Polícia militar da Paraíba (1992), estabelece para sistemas de alarmes, o que se segue:

Sinalização de Saída

Deve ser luminosa e conter a palavra “SAÍDA” e uma seta indicando o sentido; Ter um nível de iluminação que garanta eficiente visibilidade; Ter, no caso de edificações que dispuserem de escada ou outros pontos de fuga, nas portas de escada e nos pontos de fuga a palavra “SAÍDA”.

As letras e a seta da sinalização devem ter cor vermelha sobre fundo branco. A iluminação de saída deve ter fonte alimentadora própria que assegure um funcionamento mínimo de 1 hora para quando ocorrer falta de energia elétrica na rede pública. E o dimensionamento dos componentes deste sistema, devem atender as mesmas exigências do sistema de iluminação.

Sistema de Alarme

A Polícia Militar da Paraíba (1992) estabelece que os sistemas de alarme devem obedecer as seguintes condições mínimas: a) ter acionamento dos pavimentos ou setores para o zelador ou guarda e deste para todo o prédio com dispositivo retardador que disparará o alarme 60 segundos após, se o responsável não atender; b) emitir som que seja inconfundível com qualquer outro tipo de som que possa ser emitido no prédio; c) ser instalado de tal modo que seja audível em todo o prédio em suas condições normais de uso; d) ter botões de acionamento colocados próximo às portas de ingresso às saídas de emergência em cada pavimento; junto a estes botões, em posição só ao alcance de pessoas habilitadas (zelador, guarda, administrador, síndico), deve existir um dispositivo automático e manual através do qual possa ser dado o alarme geral; os botões referidos devem ser colocados em lugar

visível e no interior de caixa lacrada com tampa de vidro, em altura compreendida entre 1 m e 1,30 m acima do piso; as Caixas referidas devem conter uma descrição sucinta de como acionar o alarme; c) Ter fonte alimentadora própria que assegure um funcionamento mínimo de 1 hora, para quando ocorrer falta de energia elétrica na rede pública; f) possuir dispositivos de identificação de linha e de curto-circuito na rede de distribuição dos acionadores; g) possuir dispositivo de acionamento automático, quando da abertura e uso de qualquer hidrante; h) a tubulação, bem como a fiação deverá ser independente da edificação; i) toda a tubulação deverá ser em tubo de ferro galvanizado com diâmetro mínimo de 13 mm; j) toda a fiação deverá ser em cobre com revestimento de plástico antichama, com bitola mínima de 2,5 mm²; l) a tensão de alimentação de iluminação deverá ser de 12 ou 24 v com a corrente contínua; m) o projeto de prevenção contra incêndio deverá apresentar em detalhes, o projeto elétrico do sistema de iluminação de emergência, com os cálculos e dimensionamentos, bem como diagrama unifilar de Comutação.

Descontos Máximos Concedidos pela Seguradora

- a) pela junção de aparelhos sob comando, instalações de sistema de detecção e alarme, 40% (quarenta por cento);
- b) pela junção de aparelhos sob comando, instalações automáticas e chuveiros contra incêndios, 70% (setenta por cento);
- c) os dispositivos de detecção e alarme componentes das instalações automáticas e chuveiros contra incêndio não serão considerados para efeito de desconto.

10.12 Resumo

Os caminhos de fuga são compostos de pontos de fuga, portas, escadas, áreas de refúgio e descarga, antecâmaras e os elevadores de emergência.

As necessidades de caminhos de fuga, de alarme, ilumina-

ção de emergência, chuveiro automático, pára-raio, sinalização para fuga e tipo de prevenção, é função do tipo de edificação, altura e número de pavimentos de cada edificação.

Os pontos de fuga deverão ser sinalizados, protegidos por portas corta-fogo resistentes há duas horas, no mínimo, devendo abrir no sentido de trânsito de saída. Dão saída para corredores a prova de fogo, com paredes resistentes há duas horas, com largura de acesso idêntica as saídas de emergência da escada de emergência.

As portas de saídas de emergência, comuns ou corta fogo, devem abrir no sentido de trânsito de saída e, ao abrirem, não podem diminuir a largura efetiva dos acessos, para valor menor que a largura mínima exigida, que é proporcional ao número de pessoas que por elas transitarem, determinadas em função da natureza da ocupação do edifício através da Fórmula 1, que aplica-se também para as descargas e capacidade das escadas.

As escadas destinadas a saídas de emergência deverão ser construídas em material resistente ao fogo; ter pisos e patamares revestidos com material incombustível; ter os pisos com condições antiderrapantes; e, atender a todos os pavimentos, inclusive, subsolo.

A Polícia Militar da Paraíba (1992) aceita a substituição das escadas, que podem ser comum, protegida, enclausurada e a prova de fumaça, por rampas, desde que sejam construídas com inclinação máxima de 10% (dez por cento).

As edificações com obrigatoriedade de áreas de refúgio, que devem ter acesso direto às escadas, devem ser subdivididas, em cada pavimento, por portas corta-fogo e paredes resistentes ao fogo por duas horas, constituindo áreas de refúgio.

Por sua vez, a antecâmara, para ingresso nas escadas à prova de fumaça, deve dispor de portas corta-fogo, abrindo diretamente para o exterior; ser dotada de duto para entrada de ar com aberturas para ventilação permanente por duto situado junto ao teto; ter área mínima de 0,70 m² e a largura mínima de 1,20 m; e, não ter sua área

efetiva de ventilação diminuída, quando a abertura for guarnecida por venezianas, tela ou outro material.

Já os balcões, varandas e terraço devem ser dotados de portas corta-fogo na entrada e na saída; atender a distância mínima entre as janelas para ventilação das antecâmaras e as divisas do terreno ou qualquer outra abertura do próprio prédio; ter guarda de material incombustível e não vazada com altura mínima de 1,10 m; ter o piso praticamente no mesmo nível dos compartimentos internos do prédio e da caixa da escada a prova de fumaça; e, em se tratando de terraço a céu aberto, não situado no último pavimento, o acesso deve ser protegido por marquise com largura mínima de 1,20 m

Nos edifícios com mais de 25 pavimentos, deve existir, segundo a Polícia Militar da Paraíba (1992), pelo menos, um elevador de emergência (Figura 7.6). Esses elevadores, além de obedecer às normas gerais de segurança, previstas na NBR 7192 e na NBR 5410, devem ter a caixa envolvida por paredes resistentes ao fogo, por 4 horas; ter as portas metálicas abrindo para a antecâmara; ter circuito de alimentação de energia elétrica com chave própria, independente da chave geral do edifício; ter capacidade de carga mínima de 490 Kg (sete passageiros); ter indicação de posição na cabine e nos pavimentos; ter os patamares dos pavimentos de acesso em rampa, com desnível mínimo de três cm a caimento para o acesso; e, possuir painel de comando que possibilite, a qualquer momento, a localização dos elevadores e a neutralização de outras chamadas.

Todas as saídas de emergência, tais como: escadas, patamares, balcões, rampas, etc., localizadas junto à face externa do pavimento e mezanino com lado aberto, devem ter guardas contínuas para evitar quedas, com altura igual ou maior que 1,10 m, medida verticalmente do topo da guarda ao nariz do degrau ou ao piso do patamar, balcão ou rampa.

Os dutos de ventilação devem ter suas paredes resistentes ao fogo por 2 horas; ter somente aberturas na parede comum com os vestibulos semelhante às antecâmaras; ter seção mínima de

1/40, do somatório das seções de passagem de todas as antecâmaras ventiladas pelo duto; não ser utilizado para localização de equipamentos ou canalizações; ter pelo menos, numa das faces acima da cobertura, venezianas de ventilação, com área mínima de 1 m² e nunca inferior à área do duto de ventilação.

Os dutos de entrada de ar devem ser dimensionados de forma análoga aos dutos de tiragem (dutos de ventilação); ser totalmente fechados em sua extremidade superior; ter abertura em sua extremidade superior; e, ter a abertura inferior fechada por portinholas de tela ou veneziana de material resistente ao fogo, que não diminua a área efetiva de ventilação.

Um sistema de alarme se divide em 3 (três) partes: 1. Detecção (manuais e automáticos); 2. Centrais; e, 3. Avisos e Comandos Externos.

Os acionadores manuais consistem em uma caixa de cor viva com inscrição adequada de se operar manualmente, para alarmar a central.

Os detectores automáticos utilizados atualmente são divididos em 3 tipos: detector de fumaça; detector térmico e termovelocimétrico; e, detector de chamas.

Todos os detectores de fumaça e térmicos são detectores que supervisionam o estado do ambiente no ponto de instalação.

Detectores de chamas são sensibilizados pela radiação da chama aberta e por esta razão supervisionam uma área cujo ângulo é dado pelo ângulo da visão do detector e a distância pela sensibilidade de detector.

O detector de fumaça ótico detecta a presença de fumaça no ambiente, através da penetração da atmosfera em uma câmara escura submetida a uma radiação de luz infravermelha pulsante e um foto receptor.

O detector de fumaça iônico detecta a presença de fumaça no ambiente mediante a medição da condutividade do ar na câmara de medição.

O detector de temperatura detecta a presença de temperatura anormal e/ou a elevação da mesma anormalmente.

O detector infravermelho é sensível nas variações da luz irradiada na faixa infravermelha de uma chama aberta.

O detector de chamas ultravioletas é sensível a radiação na faixa ultravioleta da luz emitida por uma chama.

A central é o “coração” do sistema de alarme de incêndio, e está dividida em 4 partes: detecção; lógica; controles; e, alimentação. Que são compostas por módulos eletrônicos desenhados especificamente para sua função: módulos de entrada; módulos de lógica; módulos de saídas; e, módulos de alimentação.

Os módulos de entrada supervisionam a fiação das linhas de detecção contra rompimento de fios, curtos-circuitos ou aterramento de um dos fios, que alimentam os detectores eletrônicos com a tensão corrente exata para seu funcionamento.

A lógica da central converte as informações de alarme em comandos pré-estabelecidos para atuar sobre os módulos de saída.

Os módulos de saída atuam sobre os avisadores acústicos, audiovisuais ou visuais e comandam, em sistemas automáticos, o disparo dos agentes de extinção e equipamentos secundários como sistemas de ar condicionado e portas.

A alimentação de um sistema de alarme de incêndio é sempre dupla.

Normalmente se utiliza como alimentação primária à rede de 110/220 VCA e uma bateria de 24 V como alimentação em casos de falta de energia CA.

Os avisadores utilizados são: gongo; sirene eletrônica; avisador audiovisual; e, avisador visual tipo flash.

Os comandos são utilizados para controle dos elevadores em estado de emergência, abrir portas de emergência ou fechar portas corta-fogo, abrir ventilações nas escadas de emergência, ou fechar os drumpers do ar condicionado central para evitar saídas de fumaça em lugares não atingidos pelo fogo.

A Polícia Militar da Paraíba estabelece que os sistemas de alarme devem obedecer a condições mínimas e o Instituto de Resseguro do Brasil estabelece condições de desconto variável em função da conjugação de sistemas de alarme e equipamentos sob comando.

10.13 Questionário

1. Uma Edificação Residencial com 12 metros de altura e 4 pavimentos necessita, segundo a Polícia Militar da Paraíba de:

- a) pára-raio, sinalização de segurança por placas e preventivos de combate a incêndio móvel e fixo;
- b) pára-raios, sinalização de segurança por placas e chuveiro automático;
- c) pára-raios, sinalização de segurança por placas, preventivos de combate a incêndio móvel e fixo e iluminação de segurança.

2. Os pontos de fuga deverão ser sinalizadas, protegidas por portas corta-fogo resistentes há duas horas, no mínimo, devendo abrir no sentido de trânsito de entrada. Devem dar saída para corredores a prova de fogo, com paredes resistentes há duas horas, com largura de acesso idêntica às saídas de emergência da escada de emergência.

Esta definição está:

- a) Certa;
- b) Errada;
- c) incompleta

3. As escadas destinadas a saídas de emergência deverão atender aos seguintes requisitos: ser construída em material resistente ao fogo; ter pisos e patamares revestidos com material incombustível; ter os pisos com condições antiderrapantes; e, atender a todos os pavimentos, inclusive, subsolo.

Esta definição está:

- a) Certa;
- b) Errada;
- c) incompleta

4. As distâncias a serem percorridas para atingir as portas das escadas enclausuradas, ou as portas das antecâmaras das escadas a prova de fumaça, ou das escadas protegidas, ou o último degrau (degrau superior) das escadas comuns, são determinadas quando não houver isolamento entre os pavimentos para o máximo de:

- a) 20 m;
- b) 15 m;
- c) 12 m

5. As escadas de segurança devem ter o lance mínimo, contando-se pelo número de espelhos de:

- a) Três degraus;
- b) Quatro degraus;
- c) Cinco degraus.

6. Uma escada em prédio comercial com 2.160 m² de área bruta necessita de uma escada com:

- a) 1,20 m de largura;
- b) 1,70 m de largura;
- c) 2,20 m de largura.

7. Ser a altura máxima de piso, entre patamares consecutivos, de 3 m ou a cada 16 degraus; ser o comprimento do patamar, quando em “lance reto de escada”, medido no sentido do trânsito, dado pela fórmula $(2h + b)n + b$, em que n é um número inteiro, significando número de degraus; ser o comprimento do patamar, quando há “mudança de direção da escada”, no mínimo igual à largura da escada.

Esta afirmativa está:

- a) Certa;
- b) Errada;
- c) Incompleta.

8. O material do corrimão das escadas para fuga de edificações deve ser, necessariamente, de material incombustível.

Esta afirmativa está:

- a) Certa;
- b) Errada;
- c) Incompleta

9. Ter suas caixas envolvidas por paredes resistentes ao fogo por um período de 4 horas; ter ingresso por antecâmaras ventiladas, terraço ou balcão, atendendo ao prescrito nas condições das antecâmaras e aos requisitos atinentes a balcões, varandas e terraços; ser providas de portas corta-fogo em sua comunicação com a antecâmara; e, ter seus lances retilíneos, não sendo admitidos degraus em leque; e, as aberturas guarnecidas de vidro aramado nas paredes entre a antecâmara e a escada a prova de fumaça podem ter área máxima de 1m². São características da escada:

- a) Protegida;
- b) Enclausurada;
- c) A Prova de Fumaça

10. Ter suas caixas isoladas por paredes resistentes ao fogo por um período mínimo de 2 horas; ter as portas de acesso resistentes ao fogo, no mínimo, 30 minutos; ser dotadas de janelas com ventilação permanente, abrindo para o espaço livre exterior. São características da escada:

- Protegida;
- Enclausurada;
- A Prova de Fumaça.

11. Ter suas caixas envolvidas por paredes resistentes ao fogo por um período de 2 horas; serem corta-fogo as portas de acesso; e, ter seus acessos ventilados por dutos ou janelas. São características da escada:

- a) Protegida;
- b) Enclausurada;
- c) A Prova de Fumaça.

12. As áreas de refúgio são constituídas de áreas específicas localizadas em cada pavimento protegidas por portas corta-fogo e paredes resistentes ao fogo por duas horas.

Esta definição está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

13. Os Balcões, Varandas e Terraços que se constituem em caminho de fuga, devem ser dotados de portas corta-fogo na entrada e na saída; atender a distância entre as janelas para ventilação das antecâmaras e as divisas do terreno ou qualquer outra abertura do próprio prédio deve ser, no mínimo, igual a 1/4 da altura da edificação (antecâmara); ter guarda de material incombustível e não vazada com altura mínima de 1,10 m; ter o piso praticamente no mesmo nível (desnível máximo de 0,18 m) dos compartimentos internos do prédio e da caixa da escada a prova de fumaça; em se tratando de terraço a céu aberto, não situado no último pavimento, o acesso deve ser protegido por marquise com largura mínima de 1,20 m.

Esta definição está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

14. Em todo edifício com mais de 25 pavimentos, deve existir, pelo menos, um elevador de emergência.

Esta afirmativa está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

15. Todas as saídas de emergência, tais como: escadas, patamares, balcões, rampas, etc., localizadas junto à face externa do pavimento e mezanino com lado aberto, devem ter guardas contínuas para evitar quedas. As guardas devem ter altura igual ou maior que 1,50 m, medida verticalmente do topo da guarda ao nariz do degrau ou ao piso do patamar, balcão ou rampa.

Esta afirmativa está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

16. Os dutos de ventilação devem ter suas paredes resistentes ao fogo por 2 horas; ter somente aberturas na parede comum com os vestíbulos semelhante às antecâmaras; ter seção mínima de 1/60, do somatório das seções de passagem de todas as antecâmaras ventiladas pelo duto, as quais são calculadas pelo produto de sua menor dimensão em planta, pelo seu respectivo pé direito; ter as dimensões livres, em planta, de 1,20 m de largura por 0,70 m de profundidade, no mínimo; elevar-se 1 m de qualquer cobertura; não ser utilizado para localização de equipamentos ou canalizações; ter pelo menos, numa das faces acima da cobertura, venezianas de ventilação, com área mínima de um m² e nunca inferior à área do duto de ventilação.

Esta afirmativa está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

17. Os detectores automáticos são divididos em três partes: 1) detecção; 2) centrais; 3) avisos e comandos externos.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

18. Os detectores de chamas supervisionam o estado do ambiente no ponto de instalação.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

19. O detector de fumaça óptico detecta a presença de fumaça no ambiente, através da penetração da atmosfera em uma câmara escura submetida a uma radiação de luz infravermelha pulsante e um foto receptor.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

20. O detector de fumaça iônico detecta a presença de fumaça no ambiente mediante a medição da condutividade do ar na câmara de medição.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

21. O detector de temperatura é sensível as variações da luz irradiada na faixa infravermelha de uma chama aberta.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

22. Os módulos de lógica supervisionam a fiação das linhas de detecção contra rompimento dos fios que alimentam os detectores eletrônicos com a tensão e corrente exata para o seu funcionamento.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

23. Os módulos de saída atuam sobre os avisadores audiovisuais ou visuais e comandam em sistemas automáticos o disparo dos agentes de extinção e equipamentos secundários como sistemas de ar condicionado e portas.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

24. Os avisadores são utilizados para informar o pessoal responsável, numa área de perigo para que tome certas medidas necessárias de segurança.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

25. A variação de sons do avisador eletrônico deve-se aos tamanhos das campânulas do gongo.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

26. Nos avisadores visuais tipo *flash* utilizam como transdutor elétrico pastilhas cerâmicas que diminuem consideravelmente o custo do equipamento.

Esta afirmação está:

- a) Certa
- b) Errada
- c) Incompleta

10.14 Necessidades de alarme, iluminação, chuveiro automático, pára-raios, sinalização e tipo de prevenção

Tabela 01 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Edificação Residencial (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 9	Até 3	Não	Não	Não	Não	Sim(1)	M
12	4	Não	Não	Não	Sim	Sim(1)	M/F
15 a 27	5 a 9	Não	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
30 a 45	10 a 15	Sim	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
48 a 54	16 a 18	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F
57 a 120	19 a 40	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ de 120	+ de 40	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa.

Tabela 02 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Edificação Residencial (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Área por pavimento < 750 m ²			Área por pavimento > 750 m ²		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 9	Até 3	1	I	Não	2	I	Não
12	4	1	I	Não	2	I	Não
15 a 27	5 a 9	1	II	Não	2	II	Não
30 a 45	10 a 15	1	III	Não	2	III	Não
48 a 54	16 a 18	1	IV	Não	2	IV	Não
57 a 120	19 a 40	1	IV	Não	2	IV	Sim
+ de 120	+ de 40	1	IV	Sim	3	IV	Sim

I - Comum; II- Protegida; III- Enclausurada; e, IV- A Prova de Fumaça.

Tabela 03 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Edificação Coletiva (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 6	Até 2	Não	Não	Não	Não	Sim(1)	M
9	3	Não	Sim	Não	Não	Sim(1,2)	M
12 a 15	4 a 5	Não	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
18 a 27	6 a 9	Sim	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
30 a 120	10 a 40	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ 120	+ 40	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa.

Tabela 04 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Edificação Coletiva (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Área por pavimento < 750 m ²			Área por pavimento > 750 m ²		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 6	Até 2	1	I	Não	2	I	Não
9	3	1	I	Não	2	I	Não
12 a 15	4 a 5	1	II	Não	2	II	Não
18 a 27	6 a 9	1	III	Não	2	II	Não
30 a 120	10 a 40	2	III e IV	Não	3	2 III e 1 IV	Não
+ 120	+ 40	2	IV	Sim	3	IV	Sim

I - Comum; II - Protegida; III - Enclausurada; e, IV - A Prova de Fumaça.

Tabela 05 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Edificação Comercial (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 6	Até 2	Não	Não	Não	Não	Sim(1)	M*
9 a 12	3 a 4	Sim	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
15 a 18	5 a 6	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ 18	+ 6	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa. * Área Inferior a 750 m².

Tabela 06 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Edificação Comercial (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		< 750 m ²			Área por pavimento > 750 m ²		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 6	Até 2	1	I	Não	2	I	Não
9 a 12	3 a 4	1	II	Não	2	II	Não
15 a 18	5 a 6	1	III	Não	2	III	Não
+ 18	+ 6	1	IV	Não	2	IV	Não

I - Comum; II - Protegida; III - Enclausurada; e, IV - A Prova de Fumaça.

Tabela 07 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Edificação Industrial (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 6	Até 2	Não	Não	Não	Não	Sim(1)	M*
9 a 12	3 a 4	Não	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
15 a 24	5 a 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ 24	+ 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa. * Área Inferior a 750 m².

Tabela 08 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Edificação Industrial (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Área por pavimento < 750 m ²			Área por pavimento > 750 m ²		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 6	Até 2	1	I	Não	2	I	Não
9 a 12	3 a 4	1	III	Não	2	III	Não
15 a 24	5 a 8	1	IV	Não	2	IV	Não
+ 24	+ 8	1	IV	Sim	2	IV	Sim

I - Comum; II - Protegida; III - Enclausurada; e, IV - A Prova de Fumaça.

Tabela 09 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Edificação Pública (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 6	Até 2	Não	Não	Não	Não	Sim(1)	M/F
9	3	Não	Sim	Não	Não	Sim(1,2)	M*
12	4	Não	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M*
15 a 24	5 a 8	Sim	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ 24	+ 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa. * Área Inferior a 750 m².

Tabela 10 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Edificação Pública (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		< 750 m			Área por pavimento > 750 m		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 6	Até 2	1	I	Não	2	I	Não
9	3	1	II	Não	2	II	Não
12	4	1	II	Não	2	II	Não
15 a 24	5 a 8	2	III e IV	Não	2	IV	Não
+ 24	+ 8	2	IV	Sim	3	IV	Sim

I - Comum; II - Protegida; III - Enclausurada; e, IV - A Prova de Fumaça.

Tabela 11 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Edificação Escolar (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 6	Até 2	Não	Não	Não	Não	Sim(1)	M*
9	3	Não	Sim	Não	Não	Sim(1,2)	M*
12 a 24	4 a 8	Sim	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ 24	+ 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa. * Área Inferior a 750 m².

Tabela 12 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Edificação Escolar (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Área por pavimento < 750 m ²			Área por pavimento > 750 m ²		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 6	Até 2	1	I	Não	2	I	Não
9	3	1	II	Não	2	II	Não
12 a 24	4 a 8	2	II	Não	2	II e III	Não
+ 24	+ 8	2	III e IV	Não	2	IV	Sim

I - Comum; II - Protegida; III - Enclausurada; e, IV - A Prova de Fumaça.

Tabela 13 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Edificação Hospitalar ou Laboratorial (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 6	Até 2	Não	Não	Não	Não	Sim(1)	M*
9	3	Não	Sim	Não	Não	Sim(1,2)	M*
12 a 24	4 a 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ 24	+ 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa. * Área Inferior a 750 m²

Tabela 14 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Edificação Hospitalar ou Laboratorial (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Área por pavimento < 750 m ²			Área por pavimento > 750 m ²		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 6	Até 2	1	I	Não	2	I	Não
9	3	1	II	Não	2	II	Não
12 a 24	4 a 8	1	III	Sim	2	III	Sim
+ 24	+ 8	1	IV	Sim	2	IV	Sim

I - Comum; II - Protegida; III - Enclausurada; e, IV - A Prova de Fumaça.

Tabela 15 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Garagem (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 6	Até 2	Não	Não	Não	Não	Sim(1)	M*
9	3	Não	Sim	Não	Não	Sim(1,2)	M*
12 a 24	4 a 8	Não	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ 24	+ 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa. * Área Inferior a 750 m².

Tabela 16 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Garagem (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Área por pavimento < 750 m ²			Área por pavimento > 750 m ²		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 6	Até 2	1	I	Não	2	I	Não
9	3	1	II	Não	2	II	Não
12 a 24	4 a 8	1	III	Não	2	III	Não
+ 24	+ 8	1	IV	Não	2	IV	Sim

I - Comum; II - Protegida; III - Enclausurada; e, IV - A Prova de Fumaça.

Tabela 17 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Edificações de Reunião de Público (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 6	Até 2	Não	Sim	Não	Não	Sim(1,2)	M*
9	3	Sim	Sim	Não	Não	Sim(1,2)	M*
12 a 24	4 a 8	Sim	Sim	Não	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ 24	+ 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa. * Área Inferior a 750 m².

Tabela 18 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Edificações de Reunião de Público (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Área por pavimento < 750 m ²			Área por pavimento > 750 m ²		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 6	Até 2	1	II	Não	2	II	Não
9	3	1	III	Não	2	III	Não
12 a 24	4 a 8	2	III	Não	2	IV	Não
+ 24	+ 8	2	IV	Sim	3	1 III e 2 IV	Sim

I - Comum; II - Protegida; II I- Enclausurada; e, IV - A Prova de Fumaça.

Tabela 19 Necessidades de Alarme, Iluminação, Chuveiro Automático, Pára-raios, Sinalização e Tipo de Prevenção em Edificações Especiais e Diversas (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		Alarme	Iluminação	Chuveiro Automático	Pára-raio	Sinalização	Prevenção
Metros	Nº de Pav.						
Até 6	Até 2	Não	Sim	Não	Não	Sim(1,2)	M*
9	3	Sim	Sim	Não	Não	Sim(1,2)	M*
12 a 24	4 a 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F
+ 24	+ 8	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim(1,2)	M/F

(1) Sinalização por Placas; (2) Sinalização Luminosa; M- Prevenção Móvel; F- Prevenção Fixa. * Área Inferior a 750 m².

Tabela 20 Necessidades de Escadas por Tipo e Área de Refúgio em Edificações Especiais e Diversas (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA, 1992)

ALTURA		< 750 m ²			Área por pavimento > 750 m ²		
Metros	Nº de Pav.	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio	Nº de Escada	Tipo de Escada	Área de Refúgio
Até 6	Até 2	1	II	Não	2	II	Não
9	3	1	III	Não	2	III	Não
12 a 24	4 a 8	2	III	Não	3	III	Sim
+ 24	+ 8	2	IV	Sim	3	IV	Sim

I - Comum; II - Protegida; II I-Enclausurada; e, IV - A Prova de Fumaça.

Tabela 21 Cálculo da População e de Número de Pessoas por Unidade de Passagem (POLÍCIA MILITAR DA PARAÍBA 1992)

TIPO DE OCUPAÇÃO	CÁLCULO DA POPULAÇÃO	CAPACIDADE Nº DE PESSOAS POR UNIDADE DE PASSAGEM (C _a)		
		Acesso e Descarga	Escad a	Portas
Residencial	2 pessoas/dormitório	60	45	100
Coletiva	1,5 pessoas/dormitório	60	45	100
Comercial	1 pessoa/9,00 m ² de área bruta	100	60	100
Industrial	1 pessoa/20,00 m ² de área bruta	100	60	100
Pública	1 pessoa/9,00 m ² de área bruta	100	60	100
Escolar	1 pessoa/m ² de sala de aula	100	60	100
Hospitalar e Laboratorial	1,5 pessoas/leito	30	20	30
Garagem	1 pessoa/40 vagas	100	60	100
Cinema e congêneres	1 pessoa/m ²	100	75	100
Boate e congêneres	1 pessoa/m ² de área bruta	100	75	100
Estádios e congêneres	2 pessoas/m ² de área p/ assento	100	75	100
Especiais e diversas	1 pessoa//9,00 m ² de área bruta	100	60	100

Capítulo 11

CONFORTO AMBIENTAL EM PROJETOS INDUSTRIAIS

Na observação do ambiente de trabalho é fácil de se detectar inúmeros fatores que estão relacionados diretamente à qualidade de vida do trabalhador. Esses fatores são compostos por temperaturas quentes e frias, cores, ventilação e iluminação artificial e natural entre outros fatores que dependendo da intensidade e do tempo de exposição podem ser benéficos ou maléficos à saúde humana.

No planejamento das instalações industriais um aspecto fundamental a se considerar é o conforto ambiental. É sabido que nas indústrias os funcionários estão expostos a uma quantidade de riscos geralmente maiores que no ambiente doméstico, como por exemplo, riscos químicos, riscos de exposição a temperaturas elevadas, risco de exposição a ruídos excessivos, riscos mecânicos, dentre outros. Por isso, a preocupação com os aspectos relacionados ao conforto ambiental em projetos industriais deve ser encarada como sendo ainda mais importante que em projetos de outras tipologias de edificações, pois no ambiente industrial o conforto ambiental do funcionário pode determinar uma maior ou menor propensão a acidentes no trabalho.

Nesse contexto, a partir da segunda metade do século XX, nos projetos industriais têm sido adotadas soluções simples, de

custo reduzido e medidas que promovam condições de segurança, higiene e bem estar dos trabalhadores. A adoção dessas soluções tornaram-se mais frequentes com o surgimento de diversas pesquisas que comprovaram a maior produtividade dos funcionários em situações de maior conforto.

O conforto ambiental relacionado ao ambiente construído é composto pelas seguintes partes: conforto térmico, visual, acústico e ergonômico.

11.1 Conforto visual e luminoso

Em relação ao conforto luminoso, por exemplo, um determinado ambiente iluminado por luz natural e/ou artificial produz estímulos ambientais no usuário da edificação, ou seja, um certo efeito em relação a qualidade e quantidade da luz, bem como sua distribuição, contrastes etc. O mesmo entendimento é utilizado para as outras áreas do conforto ambiental: para a área de conforto acústico, teremos um certo nível de ruído, como também outros fatores influenciadores como as frequências desse ruído, sua distribuição e propagação no ambiente etc. Enquanto que para a área de conforto térmico, teremos a temperatura do ar, a umidade relativa, a ventilação no ambiente, a insolação que incide no ambiente.

Todos os supracitados estímulos ambientais são físicos, objetivos e quantificáveis. Assim, o indivíduo sentirá todas estas variáveis físicas do ambiente por meio de seus sentidos (visual, auditivo, térmico e metabólico), respondendo a estas variáveis através de sensações. Nesse contexto, quanto menor for o esforço de adaptação do indivíduo, maior será sua sensação de conforto.

O conforto luminoso está relacionado a quantidade de luz necessária para o indivíduo realizar uma determinada tarefa. Claro que o conforto luminoso está intimamente vinculado também com a capacidade fisiológica pessoal do usuário.

Para atividades que necessitam maior acuidade visual, como ler e escrever, por exemplo, é necessária uma certa quantidade de luz no plano de trabalho. Mas quantidade de luz não é o único requisito necessário.

Para a realização dessas atividades, a boa distribuição de luz no ambiente e a ausência de contrastes excessivos (como a incidência direta do sol no plano de trabalho e reflexos indesejáveis) são também fatores essenciais. Assim, quanto melhores forem as condições propiciadas pelo ambiente, menor será o esforço físico que o olho terá de fazer para se adaptar às condições ambientais e desenvolver bem a atividade em questão.

Para a adição de luminosidade no interior das edificações podem ser utilizados artifícios arquitetônicos para a captação de luz natural como *dômus*, *sheds* e *lanternins*, que são aberturas superiores nas cobertas da edificação que permitem a entrada de luz. Para propiciar a entrada de luz nas paredes laterais das edificações de maneira indireta podem ser utilizados tanto *cobogós* como *brises-soleil*. Existem *cobogós* disponíveis no mercado em materiais como cerâmica e concreto. Enquanto os *brises* estão disponíveis em uma gama maior de materiais (como placas cimentícias, concreto, madeira e alumínio). Alguns modelos de *brises* podem ser, inclusive, confeccionados com recheio de lãs minerais, a fim de proporcionar maior isolamento térmico e acústico.

11.2 Conforto térmico

No que se refere ao conforto térmico, existe na área industrial inúmeras situações onde os operários estão expostos ao calor ou ao frio intenso, como o calor advindo de fornos de fundição, de caldeiras etc. Nessas situações deve-se considerar não apenas a temperatura, mas também a umidade do ar no interior do edifício, bem como os sistemas de renovação e ventilação natural de ar existente no edifício industrial.

O estresse térmico pode ser dividido em estresse térmico por calor e por frio. Assim, a ISO 7730 (1984) conceitua conforto térmico como o estado que exprime a satisfação com o ambiente térmico e considera que a insatisfação pode ocorrer em razão do aquecimento ou resfriamento do corpo como um todo ou de partes determinadas, o qual recebe a designação de desconforto localizado.

Existem diversas organizações que divulgam valores de referência para níveis confortáveis de temperatura, umidade do ar, ventilação e renovação de ar. Algumas dessas organizações são: Organização Mundial da Saúde – OMS, Ministério do Trabalho e, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers – ASHRAE. A consideração dos valores, como também a coleta de dados térmicos deve ser realizada diariamente, em horários distintos, durante e após o horário de trabalho, com e sem o funcionamento de fontes geradoras de calor (como fornos).

Como instrumentos de promoção do conforto térmico, o projetista pode utilizar sistemas naturais ou artificiais de ventilação, resfriamento, aquecimento ou renovação de ar. Entretanto, o aproveitamento dos sistemas naturais de ventilação tende a minimizar o custo de manutenção de fontes de energia artificiais.

A ventilação industrial é a principal medida de controle efetiva para ambientes de trabalho prejudiciais ao ser humano. No que se refere à higiene do trabalho em instalações industriais, a ventilação tem a finalidade de evitar a dispersão de contaminantes no ambiente industrial, bem como diluir concentrações de gases, vapores e promover conforto térmico ao homem. Dessa forma, a ventilação é benéfica não apenas para a redução de calor no ambiente interno, mas sobretudo um instrumento para se evitar doenças profissionais oriundas da concentração de pó em suspensão no ar, gases tóxicos ou venenosos, vapores, etc.

No planejamento de um edifício industrial, é preciso levar em consideração a disposição geral das máquinas e equipamentos, circulação dos funcionários e a altura do edifício, visando

possibilitar uma ventilação natural pelas aberturas de janelas. Em relação às máquinas e aos equipamentos que poluem o ambiente de trabalho, estes devem ser projetados com especial atenção, planejando soluções como enclausuramentos, anteparos e mecanização, de modo a não permitir que poeiras, gases e vapores sejam dispersos no ambiente.

Em resumo, os efeitos da corrente de ar num ambiente dependem: dos seguintes fatores

- movimento devido aos ventos externos;
- movimento devido à diferença de temperatura;
- efeito de aberturas desiguais.

O projeto da indústria deve oferecer as soluções necessárias para a melhoria do ambiente externo às edificações, mas que também irão influenciar no conforto ambiental do interior dos edifícios industriais. Por isso, devem ser consideradas opções do projeto paisagístico que procurem reduzir os impactos de radiação solar sobre a carga térmica da edificação, ou seja, o projeto paisagístico deve prever árvores de médio e grande porte nas imediações dos edifícios industriais (principalmente nas laterais com maior incidência solar).

Nesse sentido, o planejamento e a implantação das instalações industriais deve ser realizado de modo a se considerar e preservar ao máximo possível a vegetação natural existente no terreno disponível, pois essa vegetação poderá ser utilizada posteriormente como um instrumento de redução do calor no interior dos edifícios.

11.3 Conforto acústico

O conforto acústico de uma edificação é determinado, principalmente, pelo nível de ruído ao qual estão submetidos os usuários do edifício.

Assim, semelhantemente ao que ocorre nos níveis confortáveis de temperatura, as organizações relacionadas com a regula-

mentação do trabalho divulgam valores de referência para níveis confortáveis de ruído em ambientes de trabalho.

Os ruídos que incidem sobre os indivíduos no interior de um edifício podem ter sido gerados dentro do próprio edifício ou na área externa ao edifício. No caso do ruído ter sido gerado no interior do edifício, deve se fazer o tratamento acústico das superfícies do edifício (piso, paredes e teto) utilizando materiais de baixa densidade e alto coeficiente de absorção do som, como as lãs minerais.

Os ruídos gerados na área externa do edifício devem ser isolados do interior através da inserção de materiais de alta densidade, como concreto, placas de chumbo etc. Muitas atividades de impacto no ambiente industrial podem gerar, além de ruídos, vibrações. Essas vibrações são igualmente prejudiciais ao bem estar dos indivíduos. Por isso, deve-se isolar o ambiente das atividades de impacto, uma das formas mais utilizadas para realizar esse isolamento é isolar a superfície onde os equipamentos emissores de vibração estão apoiados, como isolar o piso, por exemplo.

Capítulo 12

COORDENAÇÃO DE PROJETOS INDUSTRIAIS

12.1 Projetos de instalações industriais

O desenvolvimento de grandes projetos de obras industriais inicia-se a partir do conhecimento e experiência que a equipe de engenharia e a equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto têm sobre o processo produtivo e a relação entre sistemas e equipamentos envolvidos nesse processo.

O projeto básico é o início de um empreendimento industrial, essa é a etapa em que se define a tecnologia a ser empregada, bem como os equipamentos e necessidades de consumo de instalações específicas para o tipo de produção a ser trabalhada na indústria, como energia elétrica, água, vapor, gases diversos etc. Como também devem ser desenvolvidos estudos detalhados de viabilidade econômica, social, de mercado e a tecnologia que a produção da empresa exige. A partir desse momento e com base em todas as informações coletadas, é possível passar para a identificação de aspectos como impactos ao meio ambiente, impactos socioeconômicos, compra de equipamentos, detalhamentos diversos dos projetos, execução da obra e montagem industrial.

Nesse contexto, a coordenação do planejamento e projeto de um empreendimento industrial tem como principal tarefa a integração entre o trabalho das equipes de engenharia, de suprimentos e a equipe de execução da obra.

Melhado (2005) percebe que a coordenação de projetos é “uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto voltada à integração dos requisitos e das decisões de projeto. A coordenação deve ser exercida durante todo o processo de projeto e tem como objetivo fomentar a interatividade na equipe de projeto e melhorar a qualidade dos projetos assim desenvolvidos”.

É interessante observar que grupos industriais de maior porte possuem corpo técnico próprio específico para desenvolver tais atividades. Outros empreendedores terceirizam esse serviço, nesse caso, é fundamental que o coordenador do projeto compreenda inicialmente como ocorre a produção industrial do segmento em estudo, bem como as necessidades do tipo de produção e os processos e equipamentos que serão utilizados.

O projeto das instalações industriais, como ocorre também em outros empreendimentos, é dividido em etapas. As etapas mais frequentes em projetos e obras industriais são: projeto básico, planejamento, projeto de detalhamento, suprimentos, execução da obra, pré-operação, testes e operação. Deve ocorrer, em cada etapa do projeto-obra, a definição do escopo das instalações a serem projetadas, o estudo e definição do briefing detalhado de projeto, como também a validação de todas as decisões e soluções adotadas junto ao cliente.

12.2 Projeto básico

Constitui-se na etapa inicial do projeto, onde ocorre o levantamento de todas as informações necessárias, deve ser iniciado pela análise e definição das tecnologias a serem adotadas, definição do layout preliminar das instalações, e da ocupação dos ambientes a serem construídos.

Nessa etapa, o coordenador do projeto deve obter o maior número possível de informações sobre a obra a ser construída para que a equipe de projeto entenda perfeitamente as necessidades do cliente e traduza essas necessidades para os projetos. É nessa etapa que é realizada a estimativa da capacidade produtiva da indústria, como também a estimativa dos custos necessários à instalação da indústria e custos de produção, como consumo de matéria prima, previsão de estação de tratamento de água e de efluentes industriais, energia entre outros.

12.3 Planejamento e detalhamento

Ocorre, nessa etapa, o detalhamento das atividades desde o projeto até a fase final de pré-operação, de maneira a realizar a previsão dos prazos para conclusão de todas as fases até a pré-operação.

A etapa seguinte se constitui no detalhamento ou projeto executivo. Essa etapa tem o intuito de aprofundar e detalhar as informações do projeto básico de forma a possibilitar os trabalhos de compra de materiais e equipamentos, bem como os serviços de execução da obra e montagem eletromecânica. Nesse momento, devem ser desenvolvidos todos os cálculos de engenharia, definido o layout final das instalações industriais, verificadas as demandas de energia, água, instalações específicas (como gases e substâncias químicas), meios de comunicações, sistemas de segurança patrimonial, infraestrutura como drenagem de águas pluviais e contaminadas, arruamentos, tratamentos de águas, efluentes e outros.

Nesse momento é imprescindível analisar todas as tecnologias construtivas possíveis a fim de realizar uma comparação de custos e benefícios entre as tecnologias (considerando custo de obra, velocidade da obra, facilidade de construção e manutenção) no intuito de indicar a melhor opção para construção.

Outra tarefa extremamente necessária nessa etapa é a compatibilização entre todos os projetos. Portanto, deve ser realizada

uma análise completa da interferência de cada projeto (e de cada sistema) sobre todos os demais projetos, de modo a detectar e corrigir qualquer eventual incompatibilidade. Após a correção de todas as incompatibilidades pode-se passar para a próxima etapa de projeto. Para auxiliar o desenvolvimento da compatibilização entre projetos é recomendável a utilização de softwares de projeto que utilizam a tecnologia “*Building Information Modeling* – BIM”.

Nóbrega Junior (2012) ressalta a grande necessidade de contratação de um coordenador (ou de uma equipe de coordenação) para fazer a interface entre os projetistas, controlar as informações e acompanhar o processo de projeto. Essa necessidade se evidencia no planejamento das instalações industriais em razão da grande complexidade e quantidade de projetos e detalhes a serem gerenciados.

No final dessa etapa, o projeto deve constar de um dossiê com todos os desenhos e memoriais (de cálculo e descritivos) de cada especialidade de projeto, de modo a ser encaminhado para a obra um conjunto de projetos possíveis de serem executados minuciosamente e sem incompatibilidades em cada detalhe da obra.

12.4 Suprimentos (ou compras)

É a etapa onde são realizadas as compras de todos os materiais e equipamentos necessários à instalação industrial. As responsabilidades da etapa de compras se estendem muito além do pedido de compra, sendo responsável também pela inspeção de todos os materiais e equipamentos antes de sua liberação para utilização e/ou instalação nas obras.

12.5 Construção e instalação

É o momento da execução da obra propriamente dita. Essa etapa normalmente abrange os serviços de: terraplanagem, execução de fundações, execução da estrutura, execução de alvenarias e fechamentos, montagem dos equipamentos, instalações

hidro-sanitárias, instalações elétricas, instalações de segurança e proteção contra descargas atmosféricas, instalações de sistemas específicos para a indústria (gases, químicos etc), instalações de automação, pinturas e acabamentos.

O momento da execução da obra, por estar no final do processo de implantação da indústria, pode gerar conflitos entre as especialidades de projeto. O ponto crítico nesse momento encontra-se entre o detalhamento do projeto e a execução da obra e montagem dos equipamentos, pois as falhas de projeto ou execução de um detalhe sempre repercutem na execução dos sistemas seguintes.

Outro problema muito comum que impacta no andamento da obra é a instalação dos equipamentos, pois sempre a equipe da obra depende de dados do fabricante do equipamento em instalação (como cargas, dados de consumo, documentos certificados e informações que complementam o projeto e que possibilitam a montagem da indústria).

A coordenação dos projetos também é responsável por gerenciar os requisitos de sustentabilidade do projeto e da obra. Nesse sentido, é comum a adoção de soluções de projeto como o reúso de água para irrigação e limpeza, a redução do consumo de energia por energia solar, gás natural e equipamentos com baixo consumo de energia. O reaproveitamento de resíduos de materiais e a minimização das perdas também são aspectos levados em consideração nos canteiros de obras. As soluções e diretrizes de projeto para alcançar a sustentabilidade são normalmente estabelecidas pelos “selos verdes” internacionais, como (LEED, Aqua, Selo Azul e Procel Edifica).

12.6 Divisão de etapas de execução de obras industriais

As obras industriais podem ser subdivididas em duas etapas: a primeira abrange todas as instalações dos sistemas de energia em

média e baixa tensão, instalação de iluminação e tomadas, instalações hidráulicas de água fria, esgoto sanitário, águas pluviais e combate a incêndios, bem como sistemas de hidrantes e sprinklers.

Na etapa seguinte ocorrem todas as instalações relativas ao processo produtivo, ou seja, as instalações necessárias ao funcionamento dos equipamentos que pertencem ao processo produtivo da indústria em questão, como por exemplo, sistema de alimentação elétrica das máquinas, sistemas hidráulicos para os equipamentos que o utilizem e os sistemas mecânicos que utilizam fluidos industriais como vapor, ar comprimido, vácuo etc. Nessa etapa também ocorre a instalação dos sistemas de automação e controle, atualmente muito comuns nas instalações industriais.

12.7 Previsão de futuras expansões na área industrial

Nos dias atuais, os projetos desenvolvidos para instalações industriais sempre devem prever expansões. Visando futuras expansões, normalmente as aquisições de terrenos são realizadas prevendo a aquisição de 30% de área a mais que o tamanho necessário para a instalação da indústria.

12.8 Normas regulamentadoras para projetos industriais

O projeto de instalações industriais precisa atender a todas as normas que estão envolvidas no tipo de atividade industrial que será implantado. Assim, o coordenador do projeto deve, antes de iniciar o desenvolvimento do conjunto de projetos, pesquisar sobre quais normas podem regulamentar cada disciplina de projeto que será desenvolvido. Dessa forma, é possível agregar as normas conforme sua abrangência: Normas nacionais -o atendimento de todas as normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

é fundamental em qualquer projeto desenvolvido no Brasil; Normas específicas -São as normas que regulam os projetos que são desenvolvidos especificamente para determinadas empresas, por exemplo: Petrobras, Comgás, CVRD, CSN; Normas de abrangência pública para atividades específicas: Corpo de Bombeiros Estaduais, concessionárias de serviço de águas e esgotos estaduais, companhias distribuidoras de energia elétrica; Normas de cunho legal: Normas de medicina e segurança do trabalho (NR), Normas da Anvisa etc; Demais Normas: Existem ainda as normas de conferência de procedimentos utilizadas nas empresas de projetos: OHSAS 18001/2000 (sobre Gestão de Saúde e Segurança), ISO 14001/2001 (sobre Gestão Ambiental) ISO 9001/2000 (sobre Gestão da Qualidade na Elaboração de Projetos).

Capítulo 13

CICLO DE VIDA DE PROJETOS INDUSTRIAIS

A relação entre as indústrias e o meio ambiente atualmente é, em sua maioria, insustentável e precisa ser urgentemente melhorada. Observa-se que muitas vezes são realizadas avaliações fragmentadas de impactos ambientais causados pela produção industrial, quando na verdade as oportunidades de redução da geração de rejeitos e do consumo de matérias primas e energia deveriam ser analisadas de forma integrada e sistêmica.

Nesse contexto, a Análise do Ciclo de Vida constitui uma ferramenta fundamental para o melhor acompanhamento dos ciclos de produção e a identificação de alternativas que reduzam os impactos ambientais na produção.

A avaliação deve incluir o ciclo de vida completo do produto, processo ou atividade, ou seja, desde a extração e o processamento de matérias-primas até a fabricação, o transporte e a distribuição; como também o uso, o reemprego, a manutenção; a reciclagem, a reutilização e a disposição final.

A avaliação do Ciclo de Vida é um método utilizado para avaliar o impacto ambiental de bens e serviços. A análise do ciclo de vida de um produto, processo ou atividade é uma análise sistemática que quantifica os fluxos de energia e de materiais no ciclo de vida do produto. A EPA (Environmental Protection Agency,

dos Estados Unidos) conceitua a Avaliação de Ciclo de Vida como “uma ferramenta para avaliar, de forma holística, um produto ou uma atividade durante todo seu ciclo de vida”. A análise do ciclo é, portanto, a avaliação de toda a história do produto, desde a fase de extração das matérias primas, passando pela fase de produção, distribuição, consumo, uso e até sua transformação em lixo ou resíduo. Como exemplo pode-se observar o ciclo de vida do carro: ao avaliar o impacto ambiental de um carro deve-se considerar não só a poluição causada pelo uso do veículo, mas, também, analisar os possíveis danos causados por seu processo de fabricação, pela energia que consome no processo, pela produção de seus diversos componentes e, por fim, o seu destino final. A avaliação do ciclo de vida considera as etapas “do berço à cova” ou incluindo-se a reciclagem do produto após o uso, do “berço ao berço”.

Para se iniciar a uma Avaliação de Ciclo de Vida, um fluxograma do processo é construído, especificando todos os fluxos de material e energia que entram e que saem do sistema. A ACV pode ser facilitada pelo uso de diagramas e tabelas que esclareçam a visualização dos principais estágios do ciclo de vida de um produto. Assim, o primeiro estágio é a aquisição de matéria prima (extração de recursos naturais), que pode considerar, por exemplo, o plantio de árvores ou a extração de petróleo, dependendo do produto analisado. No próximo estágio, a matéria prima é processada para obtenção dos materiais ou peças de, por exemplo, papel ou plástico. No estágio de manufatura do produto estes materiais já processados são então transformados em produtos como copos descartáveis, objetos de plástico ou metal. Após essas etapas, ocorre a embalagem e o transporte, que podem ou não ser de responsabilidade da indústria fabricante, logo depois vem o uso e, finalmente, o descarte ou a reciclagem.

A Análise do Ciclo de Vida dessa forma fornece uma análise bastante complexa, com muitas variáveis. Por essa razão, há uma

sequência de atividades, dividida em etapas, para a realização de uma ACV de um produto:

1. Definição dos objetivos, limites do estudo e definição da unidade de fabricação.
2. Realização do inventário de entradas e saídas de energia e materiais relevantes para o sistema em estudo
3. Avaliação do impacto ambiental relacionado às entradas e saídas de energia e materiais ou, opcionalmente, uma avaliação comparativa de produtos ou processos: quando se avalia os impactos relativos às emissões identificadas e ao consumo de recursos naturais, que termina interpretando os resultados da avaliação de impacto com a finalidade de implantar melhorias no produto ou no processo no intuito de reduzir os impactos ambientais.

Dessa forma, a realização da ACV fornece diversos benefícios à redução de impactos ambientais no planejamento das instalações industriais, dentre os quais, pode auxiliar:

- na identificação de oportunidades para melhorar aspectos ambientais dos próprios produtos em vários pontos do seu ciclo de vida;
- na tomada de decisões na indústria, organizações governamentais e não governamentais;
- na seleção de indicadores adequados de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição;
- no marketing dos produtos fabricados pela indústria (através de uma declaração ambiental, um programa de rotulagem ecológica ou uma declaração ambiental de produto).

Antes do desenvolvimento da ACV, é necessário realizar uma consulta às normas técnicas. A norma que fornece os princípios, fundamentos e alguns requisitos metodológicos para a condução de estudos de ACV é a NBR ISO 14040. Entretanto, muitos detalhes adicionais relativos aos métodos são fornecidos nas normas complementares ISO 14041, ISO 14042 e ISO 14043, no que se refere às várias fases da ACV.

Capítulo 14

SUSTENTABILIDADE EM PROJETOS INDUSTRIAIS

Nos dias atuais observa-se mesmo que lentamente, um avanço em relação ao interesse do consumidor em saber se, no processo de fabricação de qualquer produto, há componentes que agreguem valor ao meio ambiente e que sejam ecologicamente corretos, sendo passíveis de reaproveitamento ou de reutilização.

Assim, têm-se imputado cada vez mais a responsabilidade nas empresas pela busca da sustentabilidade ambiental, quer seja pelos governos, pesquisadores, ambientalistas ou consumidores. Por essa razão, elas começaram a considerar a necessidade de preservação ambiental em suas principais atividades.

Nas atividades de produção, por exemplo, Jiménez e Lorente (2001) recomendam que o desempenho ambiental seja considerado como um novo objetivo de performance. Ou seja, os objetivos passariam dos quatro tradicionais para cinco: custo, qualidade, tempo, serviço e desempenho ambiental. Portanto, uma produção que visa proteger o meio ambiente prevê o desenvolvimento de tecnologias e processos de fabricação que utilizem menos matérias-primas, que reduzam ou eliminem a geração de resíduos e que possibilitem a produção de produtos recicláveis, reutilizáveis ou remanufaturáveis.

A eficiência energética das instalações industriais é tanto um aspecto promotor da sustentabilidade na indústria, como

também um instrumento de redução de custos na manutenção da infra-estrutura industrial. A Eficiência Energética é mais que uma redução do consumo de energia elétrica e pode ser considerada como uma mudança de atitude que cada um deve ter frente ao uso dos recursos renováveis ou não, e seus impactos ambientais. Nesse sentido, surgem três diretrizes fundamentais que devem nortear o projeto industrial:

- Usar o sistema natural de condicionamento e iluminação sempre que possível;
- Usar sistemas artificiais mais eficientes disponibilizando, se possível, à tecnologia mais avançada disponível;
- Buscar a integração dos dois ambientes (artificial construído e natural existente).

A preocupação com as questões ambientais atualmente pode elevar ou reduzir a lucratividade e até mesmo as vendas de uma empresa. Nas atividades de marketing, por exemplo, a observação das questões ambientais também é uma tendência crescente nas empresas preocupadas com o meio ambiente. De acordo com Ottman (1994), o marketing verde tem dois objetivos principais: o desenvolvimento de produtos que atendam as necessidades dos consumidores com preço acessível e praticidade, oferecendo baixo impacto ambiental e; criar uma boa imagem da empresa, divulgando a qualidade de seus produtos e sua preocupação com o respeito ao meio ambiente. Nesse contexto, o marketing verde utiliza estratégias de divulgação e promoção de produtos através de argumentos ambientais sobre suas características próprias ou sobre os sistemas, políticas e processos de suas empresas produtoras ou vendedoras.

As atividades de logística também podem contribuir para a preservação ambiental. González-Torre, Adenso-Díaz e Artiba (2004) entendem que as empresas devem se preocupar com a diminuição dos impactos ambientais gerados nas atividades da logística direta (do produtor para o consumidor) e da logística re-

versa. Eles explicam que a logística reversa cuida do retorno de produtos e embalagens (as retornáveis, por exemplo) e das ações de reparo, reutilização, refabricação e reciclagem dos produtos ou de suas partes. No novo mercado de produtos ambientalmente sustentáveis, os sistemas logísticos responsáveis pela entrega desses produtos aos consumidores devem, também, ser organizados em busca da sustentabilidade ambiental. Nesses sistemas logísticos a sustentabilidade ambiental está principalmente relacionada com as distâncias a serem percorridas entre o centro de produção e o mercado consumidor. Consequentemente, quanto menor a distância a ser percorrida, menor o consumo de energia para deslocamento do produto e maior será a preservação ambiental advinda do menor consumo de energia e de menores lançamentos de partículas de combustíveis e poeira para a atmosfera.

Também é necessário que, no projeto das instalações industriais, sejam consideradas as questões ambientais de maneira ampla e sistêmica, para que se alcance a diminuição do consumo de recursos naturais e a redução da poluição do ar, do solo, da água e sonora, nas unidades fabris projetadas. Para tanto, é necessário utilizar uma metodologia de projeto que considere a preservação ambiental desde a elaboração do *briefing*.

14.1. Propostas para considerações ambientais nas etapas de projeto

Bernardo (2009) realizou uma revisão teórica de obras de autores clássicos da área de planejamento das instalações industriais como Valle (1975), Muther (1978) e Apple (1977) e concluiu que as metodologias clássicas de projeto de instalações industriais não consideram, de maneira mais aprofundada e organizada, as relações entre a fábrica e o meio ambiente. É considerada com maior detalhe a influência do ambiente sobre as unidades fabris. Muito pouco é abordado sobre o efeito contrário.

Em razão das pressões sociais e econômicas sobre as empresas para considerar a preservação ambiental no projeto de suas novas fábricas ou nos rearranjos de suas unidades existentes, é apresentada no Quadro a seguir uma proposta para a inserção, nas etapas de projeto, de considerações ambientais, tomando-se como referência a sistematização para o projeto de layout sugerida por Muther (1978). São considerados apenas os impactos da fábrica sobre o meio ambiente, pois são os menos abordados pelos autores clássicos, como demonstrado anteriormente.

Fases	Modelos de procedimentos	Considerações ambientais
Localização	—	Em relação à região atendimento à legislação ambiental existente na região sobre: desmatamento, uso da água, poluição do ar, do solo, da água e sonora. Análise dos meios de transporte disponíveis na região, pois cada um possui diferentes tipos de impactos (consumo de combustível e geração de poluentes). Em relação ao terreno estudo da direção predominante dos ventos, para evitar transtornos à comunidade. Evitar áreas de floresta nativa ou áreas residenciais. Estudar a possibilidade de ocorrência de sítios arqueológicos. Verificar se existem sistemas eficientes de tratamento de lixo (coleta, aterros sanitários) e de esgoto.
Arranjo físico geral e detalhado	Dados de entrada (produto, quantidade, roteiro, serviços de apoio e tempo)	Seleção de materiais mais limpos, recicláveis, reciclados, renováveis ou biodegradáveis. Seleção de tecnologias de produção e/ou de práticas operacionais que utilizam menos matérias-primas e/ou que geram menos poluição. Uso de ciclos fechados de produção (para recircular e economizar água e outros materiais). Uso de sistemas de controle e de proteção ambiental associados aos equipamentos. Seleção de tecnologias para o tratamento da poluição gerada (emissões, efluentes, resíduos sólidos). Seleção de máquinas e equipamentos geradores de menos ruído e vibrações. Seleção de fontes energéticas mais limpas e/ou renováveis. Seleção de equipamentos de armazenamento (manipulação e movimentação de produtos) que utilizam menos energia e/ou que geram menos poluição (Ex: empilhadeira movida a gás é menos poluente). Necessidade de adaptar ou reformar máquinas e equipamentos para atender exigências ambientais. Necessidade de mudanças nas rotinas de manutenção de equipamentos para estar conforme com as exigências ambientais.
	Definição do fluxo de materiais	O próprio objetivo do estudo do fluxo de materiais, que é a redução de desvios, cruzamentos e reprocessamentos, já diminui a ocorrência de impactos ambientais, pois há economia de materiais, energia e água e menor quantidade de emissões. Definição de um fluxo adequado para os resíduos (perigosos, reaproveitáveis e/ou recicláveis) gerados no processo produtivo.
	Determinação das inter-relações de atividades	Estudar os posicionamentos (proximidades) a ser adotados entre áreas (atividades de apoio e produtivas) para evitar impactos ao meio ambiente (economia de matérias-primas; redução da geração da poluição; prevenção de acidentes ambientais). Ex: algumas áreas de tratamento de efluentes podem ter que ficar afastadas da comunidade porque são gerados odores desagradáveis; localizar equipamentos que utilizam produtos inflamáveis longe das áreas de preservação; posicionar equipamentos barulhentos ou geradores de vibrações em um local distante das áreas vizinhas à fábrica.

Arranjo físico geral e detalhado	Construção do diagrama de inter-relações	Como esta etapa trata da construção de um primeiro esboço de localização, utilizando as informações das etapas anteriores (fluxo de materiais e inter-relações de atividades), acredita-se que as principais questões referentes ao meio ambiente já foram consideradas. Entretanto, ao manipular os posicionamentos, podem ocorrer descobertas que antes não foram percebidas e que são significativas para a preservação ambiental.
	Determinação do espaço necessário	Analisar a influência das questões ambientais para a determinação dos espaços necessários. Podem ser considerados espaços para máquinas, pessoas, movimentações, acessos, manutenção, serviços auxiliares, áreas de segurança, dentre outros, surgidos devido às necessidades ambientais. São exemplos: áreas de segurança entre máquinas, para evitar acidentes ambientais; distanciamentos adequados para máquinas que operam com substâncias perigosas e/ou geram resíduos contaminantes; espaço para a manutenção de equipamentos (um equipamento em bom estado de funcionamento não desperdiça energia e outros recursos); área para tratamento de resíduos; espaço necessário para o trabalho de equipes de socorro em situações de emergência ambiental; área para realizar trabalhos de remanufatura e/ou reciclagem do produto ou de partes dele.
	Conhecimento do espaço disponível	Analisar a ocorrência de situações em que não houve espaço disponível para atender às exigências ambientais e estudar possíveis soluções para este problema.
	Construção do diagrama de inter-relações de espaços	A elaboração deste diagrama (primeiro arranjo físico) depende de informações anteriores (diagrama de inter-relações e balanceamento de espaços) que já consideraram as necessidades ambientais. Entretanto, ao manipular as áreas, podem ocorrer descobertas anteriormente não verificadas e que são importantes para a preservação do meio ambiente.
	Análise das considerações de mudanças e Análise das limitações práticas existentes	Na maioria dos projetos, há a necessidade de ajustar o diagrama de inter-relações de espaços para o atendimento de considerações de mudança e de suas conseqüentes limitações práticas. Por exemplo, as características das construções, normalmente, ocasionam modificações no diagrama. E essas modificações podem ocorrer para atender exigências ambientais. São exemplos: necessidade de tratamento acústico de pisos, paredes, tetos e telhados; possibilitar o uso de ventilação e iluminação natural, para economizar energia; uso de materiais recicláveis, reciclados ou renováveis no edifício industrial; utilização de pisos resistentes à vibrações; construção de áreas de contenção de vazamentos de produtos químicos; aproveitamento da gravidade (Ex: construção de rampas) para a movimentação de materiais.
Arranjo físico geral e	Avaliação	Cada alternativa de arranjo (de 2 a 5) gerada após a análise das considerações de mudança e das limitações práticas terá impactos

detalhado		ambientais diferentes. Esta etapa tem como objetivo avaliar qual das alternativas será a selecionada, considerando-se o equilíbrio entre as necessidades do negócio e do meio ambiente.
Implantação	—	Há implantações que podem causar impactos ambientais temporários que cessam na fase de operação. Esses impactos devem ser analisados. Ex: a construção de estradas temporárias pode causar transtornos para a vizinhança (poluição sonora) e prejuízos à fauna e flora da região.

Fonte: Bernardo (2009), com base na metodologia de Muther (1978)

14.2 Diretrizes para gestão da sustentabilidade na instalação elétrica

No intuito de contemplar a sustentabilidade na instalação elétrica de uma indústria é comum a adoção de algumas diretrizes:

- Uso de equipamentos de baixo consumo de energia com alta eficiência, tais como lâmpadas de descarga de alta performance, e iluminação por LED's eletrônicos.
- Dimensionamento correto dos equipamentos e condutores, reduzindo-se ao máximo as perdas por dissipação.
- Aplicação de materiais e técnicas de instalação física das instalações que permitam o aumento das capacidades dos elementos condutores.
- Utilização de fonte de energia limpa e, quando possível, energia solar.

- Sistemas de geração em paralelo de energia a partir do reaproveitamento das disponibilidades energéticas locais, por exemplo: a queima de bagaço, escórias, sobras para gerar vapor etc.

14.3 Diretrizes para gestão da sustentabilidade na instalação hidráulica

De maneira análoga à instalação elétrica, a inserção de aspectos de sustentabilidade na instalação hidráulica é realizada contemplando algumas diretrizes:

- Aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis no local das instalações, tais como captação de águas pluviais ou águas provenientes de drenagem de lençol freático.
- Tratamentos de efluentes gerados no local, e forma a possibilitar o reuso de águas geradas na própria instalação industrial e, quando não for possível a sua reutilização, permitir que os efluentes possam alcançar grau de pureza que permita seu lançamento sem riscos para o meio ambiente.

Aproveitamento de recursos através de trocadores de calor, de maneira a permitir que a energia dissipada num sistema de refrigeração sirva para aquecer outro fluido ou ambiente, promovendo equilíbrio dessa energia e redução na demanda e consumos.

Como solução para atenuar os impactos ambientais na instalação de indústrias, alguns autores apontam para o uso de parques eco-industriais. Os parques industriais são caracterizados como uma área territorial sub-dividida e destinada ao uso de várias indústrias próximas (territorialmente e por semelhança ou sinergia de atividades) e que utilizam uma infraestrutura comum. Em razão da crescente degradação ambiental em escala global, a palavra eco foi adicionada ao termo, a fim de dar uma nova abor-

dagem estratégica a essas organizações industriais, diferenciando-as dessa maneira dos convencionais parques industriais.

Com o uso dos parques eco-industriais, diversas indústrias localizadas no parque podem ratear os custos de implantação de equipamentos ou estruturas que possibilitem a preservação ambiental (como estações de tratamento, filtros etc), viabilizando financeiramente assim a instalação de soluções ambientais. Além desta, pode-se enumerar diversas vantagens para a solução de parques eco-industriais: redução do custo da produção e aumento da receita tributária, com a venda dos subprodutos e o uso de serviços compartilhados; redução do descarte de resíduos e melhoria da eficiência energética; elevação da valorização da imagem das empresas no mercado nacional e internacional, como também da sua competitividade, com o uso de tecnologias sustentáveis e matéria-prima de baixo impacto ambiental.

Bibliografia

APPLE, James L. Plant layout and materials handling. New York: Ronald Press Company, 1950. – 1ª e 2ª partes.

ARAUJO, Jorge Cirqueira V. Almojarifados: administração e organização. São

BARNES, Ralph M. Estudo de Movimentos e de Tempos. São Paulo: Edgard Blücher, 1963).

BERNARDO, Júlio S. Projeto de instalações industriais e sustentabilidade ambiental. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão., 2009, Salvador. Anais. Salvador: EE/UFGM, 2009.

BETHEL, Lawrence L., ATWATER, Franklinsl, SMITH, George H. E. e STACKMAN JR., Harvey ^a Industrial organization and management. 4 ed. Tokyo: McGraw-Hill Book Company/Kobakusha Company, 1962.

BRINDELLI, Lucy I. O. e JUNIOR

BITENCOURT, Rosimeire S. Proposta de um modelo conceitual para o planejamento de instalações industriais livre de barreiras. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, 2008.

BOYADJYAN, João C. Análise do Ciclo de Vida de Projetos Industriais: Estudo de Caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola

Politécnica da USP – São Paulo 2007.

BUFFA, Elwood Spencer. Administração da produção. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1972. V. 1-2.

BURBIDGE, John L. Production planning. Londres: William Heinemann, 1971.

EILON, Samuel. La producción: planificación, organización y control. Barcelona; Labor, 1976.

FALCÃO, Roberto J. K.. Tecnologia de Proteção Contra Incêndio. Rio de Janeiro, 1995.

FRANCIS Richard L. e WHITE John A. Facility Layout and Location – Na Analytical Approach. New Jersey: Prentice-Hall, Inc. 1974.

GARRET, Leonard J. e SILVER, Milton. Production management analysis. 2ed. New York: Harcourt Brace jovanovich, 1973.

HARMONOSKY, Catherine M. e TOTHERO, Gregory K. A multi-factor plant layout methodology. Int. Journal of Production Research.v. 30. N. 8. 1992.

IMMER, John R. Layout Planning Techniques. McGraw-Hill Book Company. Inc. New York, Toronto, London – 1950.

KONZ, Stephan. Facility Design. Kansas State University. John Wiley e Sons. New York Chechester Brisbane Toronto Singapore – 1985

KRICK, Edward V. Métodos e sistemas. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1971. V. 1 e 2.

MAYER, Raymond Richard. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1972. V. 1.

MAYNARD, H. B. Manual de engenharia de produção: instalações industriais/ a função da engenharia de produção. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

MACHLINE, Claude et al. Manual de administração da produção. 5ed. Rio de Janeiro; Fundação Getúlio Vargas, 1979.

MELHADO, Sílvio B. Edifícios de Estrutura de Aço: segurança contra incêndio e sistemas de proteção da estrutura. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da USP - São Paulo 1989.

MELHADO, Silvio. B. Coordenação de projetos de edificações. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MICHEL, Pierre. Distribución en planta. Bilbao: Deusto, 1968.

MONKS, Joseph G. Administração da produção. 2ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MOORE, Franklin G. e GENDRICK, Thomas E. Production operations management. 8 ed. Homewood: Richard D. Irwin, 1980. MUTHER, Richard. Planejamento do Layout: Sistema SLP. São Paulo, Edgard Blücher, 1978.

MOORE, James m. Plant layout and design. New York: The Macmillan Company, 1962.

NÓBREGA JUNIOR, Claudino L. Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Urbana) - Escola Politécnica da USP - São Paulo 2012.

OLIVÉRIO, José Luiz. Projeto de fábrica: produtos, processos e instalações industriais. São Paulo: IBLC, 1985.

PEMBERTON, A. W. Arranjo REED JUNIOR, Ruddell. Plant Layout - Factors, Principles, and Techniques.. Richard D. Irwin, INC. Homewood, Illinois - 1961.

PINTO, Norma de M. Condições e Parâmetros para a Determinação de Conforto Térmico em Ambientes Industriais do Ramo Metal Mecânico. Dissertação - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Ponta Grossa 2011.

RIBEIRO, Celso M., GIANNETTI, Biagio F. e ALMEIDA, Cecília M. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Uma Ferramenta Importante da Ecologia Industrial. Disponível em: <http://www.hottopos.com/regeq12/art4.htm>. Acesso em 28/08/2014 .

RUSSOMANO, Victor H. Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Pioneira, 1995 5. ed.

SHUBIN, John A. e MADEHEIM Huxley. Plant Layout - Developing and Improving Manufacturing Plants. New York: Prentice-Hall, Inc. - 1951.

TUBINO, Dalvio F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 1997.

VALLE, Cyro Eyer do. Implantação de indústrias. Rio de Janeiro; Livros Técnicos e Científicos, 1975.

VILLAR, Antonio Mello; NOBREGA JUNIOR, Claudino Lins. Planejamento das Instalações Industriais. João Pessoa: Manufatura, 2004.

