

UNIVERSIDADE ESTADO DE SÁ  
FACULDADE LABORO  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO TRABALHO

A ERGONOMIA NO LAYOUT INDUSTRIAL

Riod Barbosa Ayoub

Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de especialista em engenharia e segurança do trabalho pela Universidade Estácio de Sá/Faculdade Laboro

São Luís

2013

UNIVERSIDADE ESTADO DE SÁ

FACULDADE LABORO

COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO TRABALHO

A ERGONOMIA NO LAYOUT INDUSTRIAL

Riod Barbosa Ayoub

São Luís

2013

## SUMÁRIO

1 . INTRODUÇÃO	04
2. CONCEITO DE ERGONOMIA	05
3. CONCEITO DE LAYOUT	06
4. BREEVE HISTORICO DA ERGONOMIA	07
5. A IMPORTANCIA DA ERGONOMIA NO LAYOUT INDUSTRIAL	07
6. LAYOUT FABRIL	08
6.1. LOCALIZAÇÃO	10
6.2. ARRANJO FISICO GERAL	11
6.3. ARRANJO FISICO DETALHADO	12
6.4. IMPLEMENTAÇÃO	13
6.5. CONDIÇÕES AMBIENTAIS	14
7. DIMENSIONAMENTO DOS ESPAÇOS NO LAYOUT INDUSTRIAL	15
7.1. MÉTODO PARA DIMENSIONAMENTO	18
7.2. ESPAÇO DE TRABALHO	22
8. SITUAÇÕES A SEREM OBSERVADAS NO PLANEJAMENTO INDUSTRIAL	23
8.1. RISCOS	24
8.2. RUÍDO	24
8.3. CALOR	25
8.4. POLUENTES	25
8.5. APROXIMAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO	25
8.6. OUTROS FATORES	25
8.7. CORREDORES	26
8.8. ESTOCAGEM	27
9. LAYOUT, MOVIMENTAÇÃO E ERGONOMIA	27
10. ERGONOMIA E SEGURANÇA NO LAYOUT INDUSTRIAL	28
11. CONCLUSÃO	29
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

## A ERGONOMIA NO LAYOUT INDUSTRIAL

Riod Barbosa Ayoub\*

### 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo precípua, traçar em linhas gerais a importância da ergonomia na confecção dos layouts industriais uma vez que mudanças significativas estão acontecendo no cenário econômico mundial, o que vem motivando o setor industrial buscar a excelência na qualidade de seus produtos assim como redução de custos de fabricação e com saúde ocupacional. Para essa finalidade as empresas necessitam de adequadas instalações de posto de trabalho, aperfeiçoando e se adequando dentro de uma concepção ergonomicamente correta na execução da tarefa.

A norma regulamentadora NR 17, em seu item 17.1 visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.

Diante desta óptica, podemos afirmar que os fatores relacionados a conforto, a posturas, movimentos, manejo de ferramentas entre outros; influenciam diretamente no desempenho do trabalho, para isso se faz necessário um planejamento que atenda as necessidades biomecânicas e antropométricas do trabalhador. Nesse sentido podemos afirmar, por exemplo, que, um projeto de posto de trabalho deve, considerar as diferenças corporais dos vários usuários em potencial. A altura de uma bancada, pode estar adequada para uma pessoa alta e não estar adequada para uma pessoa baixa. Produtos e postos de trabalho inadequados provocam tensões musculares, dores e fadiga. Às vezes, podem levar a lesões irreversíveis. Na maioria dos casos, os problemas podem ser evitados com a melhoria dos postos de trabalho e dos equipamentos em uso. Sabe-se que numa empresa a produtividade é representada pela combinação do resultado do rendimento do trabalho humano e posto de trabalho, assim sendo este será executado de maneira satisfatória se a empresa fornecer equipamentos, locais de trabalho ergonomicamente concebidos.

Podemos citar também, dentro da atuação aplicada ao trabalho, no contexto ergonômico de avaliação e planejamento de posto de trabalho, a biomecânica, conforme nos relata Rocha (2004), pois está, “preocupa-se com os movimentos e posturas de trabalho, estudando a anatomia corporal relacionada à posição ocupacional do empregado”.

---

\* Aluno do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Segurança do Trabalho.

Em face dessas abordagens uma empresa deve buscar através da pesquisa em ergonomia; analisar de posturas corporais, analisar levantamentos e transporte de cargas, aplicação de forças e análises antropométricas dos postos de trabalho em busca do equilíbrio e satisfação laboral.

Depois de realizadas as análises de cunho projetual elaboram-se algumas recomendações de melhorias em relação à ergonomia e saúde do trabalho, salientando que esta enquanto ciência serve como uma medida preventivista de proteção aos riscos advindos de ambientes inadequados ao trabalho exercido. Neste sentido temos que devemos apresentar num primeiro momento a abordagem ergonômica no campo industrial e suas contribuições, para então apresentar as avaliações do setor em estudo e recomendações.

## 2. CONCEITO DE ERGONOMIA

É o estudo científico de adaptação dos instrumentos, condições e ambiente de trabalho às capacidades psicofisiológicas, antropométricas e biomecânicas do homem observando que:

A ergonomia é uma ciência multidisciplinar com a base formada por várias outras ciências. A Antropometria e a Biomecânica fornecem as informações sobre as dimensões e os movimentos do corpo humano. A Anatomia e a Fisiologia Aplicada fornecem os dados sobre a estrutura e o funcionamento do corpo humano. A Psicologia, os parâmetros do comportamento humano. A Medicina do Trabalho, os dados de condições de trabalho que podem ser prejudiciais ao organismo humano. Da mesma forma, a Higiene industrial, a Física, a Estatística e outras ciências fornecem informações a serem utilizadas pela ergonomia, de forma a possibilitar o conhecimento e o estudo completo do sistema homem-máquina-ambiente de trabalho, visando a uma melhor adequação do trabalho ao homem., adaptação dos instrumentos, condições e ambiente de trabalho às capacidades psicofisiológicas antropométricas e biomecânicas do homem, de forma a viabilizar um melhor ambiente produtivo de trabalho sem que haja práticas lesivas ao homem ou sejam amenizadas.

A OIT definiu ergonomia como a "aplicação das ciências biológicas conjuntamente com as ciências da engenharia para lograr o ótimo ajustamento do ser humano ao seu trabalho, e assegurar, simultaneamente, eficiência e bem-estar" (MIRANDA, 1980 Fonte: PORTAL EDUCAÇÃO - Cursos Online

Numa publicação da Organização Mundial da Saúde (OMS), Singleton (1972), definiu ergonomia como "uma tecnologia da concepção do trabalho baseada nas ciências da biologia humana".

Para Wisner (1987), a "ergonomia constitui o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao ser humano e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia propiciando um equilíbrio saudável no ambiente".

A ergonomia é definida por Laville (1977), como "o conjunto de conhecimentos a respeito do desempenho do ser humano, em atividade, a fim de aplicá-los à concepção de tarefas, dos instrumentos, das máquinas e dos sistemas de produção". Para este autor, existem dois tipos de ergonomia: a de correção e a de concepção. A primeira procura melhorar as condições de trabalho existentes e é, frequentemente, parcial e de eficácia limitada. A segunda tem uma tendência a introduzir os conhecimentos sobre o ser humano desde o projeto, do instrumento, da máquina até os sistemas de produção.

### 3. CONCEITO DE LAYOUT

Segundo o International Labour Office, de Genebra, Layout é: "A posição relativa dos departamentos, seções ou escritórios dentro do conjunto de uma fábrica, oficina ou área de 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 de trabalho. Combinar a força de trabalho com as características físicas de uma indústria (máquinas, rede de serviços, e equipamentos de transporte) de tal modo que seja alcançado o maior volume possível de produtos manufaturados ou serviços. Estes produtos ou serviços deverão apresentar um nível de qualidade compatível, sendo utilizado para tanto um baixo volume de recursos.

A principal área de ação de um layout industrial é sem nenhuma dúvida a empresa, definindo e integrando os elementos produtivos. A questão está relacionada com o local e arranjo de departamentos, células ou máquinas em uma planta ou chão de escritório. Por causa dos aspectos geométricas e combinatórias do problema, trata-se de uma questão cuja solução pode atingir altos níveis de complexidade, de acordo com o incremento de variáveis do sistema. Além disso, o layout industrial engloba fatores quantitativos e qualitativos que associados, podem tornar-se difíceis de modelar e analisar.

É também o estudo das condições humanas de trabalho. Percebemos então que não é somente uma disposição racional das máquinas que assegure o funcionamento de uma linha de usinagem sem retrocessos e com mínimas distâncias. Em geral, sempre é preferível fazer alguma simplificação de processo e análise, decompondo o problema em problemas menores e separados. Isto reduz o tamanho e complexidade do problema, permitindo um estudo mais completo de vários planos alternativos.

O layout (plant layout - arranjo físico) é um estudo sistemático que procura uma combinação ótima das instalações industriais que concorrem para a produção, dentro de um espaço disponível.

Enfim podemos dizer que Layout é a maneira como os homens, máquinas e equipamentos estão dispostos em uma fábrica. O problema do layout é a locação relativa mais econômica das várias áreas de produção na empresa. Em outras palavras, é a melhor utilização do espaço disponível que resulte em um processamento mais efetivo, através da menor distância, no menor tempo possível.

#### 4. BREVE HISTÓRICO DA ERGONOMIA

O termo ergonomia foi utilizado pela primeira vez, em 1857, pelo polonês W. Jastrzebowski, que publicou um "ensaio de ergonomia ou ciência do trabalho baseada nas leis objetivas da ciência da natureza".

Quase cem anos mais tarde, a ergonomia veio a se desenvolver como uma área de conhecimento humano, quando, durante a II Guerra Mundial, pela primeira vez, houve uma conjugação sistemática de esforços entre a tecnologia e as ciências humanas e biológicas. Fisiólogos, psicólogos, antropólogos, médicos e engenheiros que trabalharam juntos para resolver os problemas causados pela operação de equipamentos militares complexos. Os resultados desse esforço interdisciplinar foram tão frutíferos, que foram aproveitados pela indústria no pós-guerra.

Em 1949, um engenheiro inglês chamado Murrell, criou na Inglaterra, na Universidade de Oxford, a primeira sociedade nacional de ergonomia, a Ergonomics Research Society. Em 1959, foi organizada a Associação Internacional de Ergonomia, em Estocolmo.

Em 1959, a recomendação n. 112, da Organização Internacional do Trabalho (OIT), dedica-se aos serviços de saúde ocupacional, definidos como serviços médicos instalados em um local de trabalho ou suas proximidades.

A ergonomia no Brasil começou a ser evocada na USP, nos anos 60 pelo Prof. Sergio Penna Khel, que encorajou Itiro Iida a desenvolver a primeira tese brasileira em Ergonomia, a Ergonomia do Manejo. Também na USP, Ribeirão Preto, Paul Stephaneek introduzia o tema na Psicologia. Nesta época, no Rio de Janeiro, o Prof. Alberto Mibielli de Carvalho apresentava Ergonomia aos estudantes de Medicina das duas faculdades mais importantes do Rio, a Nacional (UFRJ) e a Ciências Médicas (UEG, depois UERJ); O Prof. Franco Seminério falava desta disciplina, com seu refinado estilo, aos estudantes de Psicologia da UFRJ. O maior impulso se deu na COPPE, no início dos anos 70, com a vinda do Prof. Itiro Iida para o Programa de Engenharia de Produção, com escala na ESDI/RJ. Além dos cursos de mestrado e graduação, Itiro organizou com Collin Palmer um curso que deu origem ao primeiro livro editado em português.

#### 5. A IMPORTÂNCIA DA ERGONOMIA NO LAYOUT INDUSTRIAL

As organizações estão cada vez mais empenhadas na criação de um dinamismo facilitador para sua evolução, produtividade, economia, ou seja, meios que otimizem tempo e o alcance de suas metas. Nesse contexto um dos fatores de grande importância e influencia é a ergonomia, que segundo Iida (2005: 2), A

ergonomia é uma ferramenta multidisciplinar e holística abrangendo os mais diversos setores e componentes da empresa, suas possíveis consequências e interações, impactando desde aspectos físicos a organizacionais. Contudo viabiliza ainda o planejamento, projeto e avaliação das necessidades e limitações das pessoas, máquinas, ambiente e dos processos durante a realização do trabalho. O desempenho produtivo de uma organização depende das condições ergonômicas que ela disponibiliza procurando reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes; proporcionando segurança, satisfação e saúde aos trabalhadores para uma melhor qualidade de vida e que as atividades sejam executadas com mais motivação e empenho levando ao aumento da moral, conforto e melhoria nas comunicações entre os membros da equipe e dos fluxos de processo. A interação homem-máquina-ambiente é foco do estudo ergonômico, e a participação dos colaboradores e da empresa é fundamental para aprimorar, atualizar os meios de trabalho e mostrar a todos os benefícios de uma eficiente e comprometida ergonomia. Para uma empresa a aplicação de métodos ergonômicos é essencial, pois reduz o absenteísmo, aumenta a produtividade, qualidade do produto, motivação e melhoria da vida no trabalho proporcionando mais do que um posto de trabalho adequado, mas também uma condição exemplar no ambiente de trabalho; além de levar a organização a um crescente desenvolvimento, contribuir para que permaneça competitiva e alcance o sucesso.

## 6. LAYOUT FABRIL

O layout industrial é um fator importante na reorganização das estruturas fabris. Porém, muitas vezes seu projeto não é realizado de forma sistemática, ficando sob responsabilidade de pessoas não preparadas. O resultado, em muitos casos, é um layout que dificulta o fluxo de materiais e de pessoas, gerando uma série de perdas no processo produtivo. A pouca literatura existente sobre o projeto de layout industrial dificulta e limita a aplicação de métodos de planejamento que levem em conta as características da empresa e os fatores que impactam em sua competitividade.

Para Lee (1998) a estratégia é a abordagem ou filosofia dominante que orienta o projeto do sistema de produção ou negócios. As estratégias operacionais frequentemente determinam a competitividade e o destino final de uma organização. O problema é: com base em que critérios devemos dividir nosso espaço, pessoas, e máquinas em unidades gerenciáveis? Há várias respostas possíveis, como: produtos, processos, mercados, clientes, área geográfica e necessidades de suporte. Uma fábrica focalizada em produtos agrupa as operações em departamentos que focalizam os produtos. Cada departamento deve ter todo o equipamento e as habilidades necessárias a todas as operações dos produtos lá processados. Um foco no processo permite que cada departamento se especialize num processo específico. Porém, muitas das vantagens observadas no foco no processo são ilusórias na prática. O foco no produto simplifica o controle de custos e de planejamento de produção, facilita a comunicação pessoal e a administração, pois encoraja naturalmente o trabalho em equipe e reduz o fluxo de materiais e as movimentações entre departamentos, pois as distâncias são mais curtas. Dos funcionários, é exigida uma gama mais ampla de

habilidades e conhecimento, enriquecendo as funções e reduzindo a rotatividade. O foco no produto permite a redução do estoque de produtos acabados, melhorando o desempenho e a confiabilidade da entrega. Normalmente altos níveis de qualidade são atingidos, devido ao rápido feedback, boa comunicação, fácil coordenação e forte compromisso (LEE, 1998).

Para Womack (1992) a empresas que adotam o foco no produto, alinhando todas as etapas necessárias à realização do trabalho em um fluxo estável e contínuo, sem movimentos inúteis, sem interrupções, sem lotes e sem filas podem reduzir à metade a quantidade de esforço humano, tempo, espaço, ferramentas e estoques necessários para projetar e fornecer um determinado serviço ou bem. Segundo Lee (1998) como uma operação focalizada no processo deve abordar uma variedade mais ampla de produtos, a alocação de custos indiretos é mais difícil, e os tempos de throughput\*são muito prolongados, não conseguindo responder rapidamente às mudanças no mix ou volume. Por outro lado, concentra as habilidades associadas ao processo produtivo, permitindo uma qualidade superior para processos complexos e técnicos. Desenvolver uma estratégia adequada para o planejamento da instalação significa identificar o foco mais adequado às instalações em todos os níveis. Às vezes, o foco exclusivo no produto é impraticável, então, o uso de abordagens combinadas deve ser considerado. Os projetos devem buscar o mais alto grau de foco no produto possível, usando o foco no processo, somente quando habilidades específicas e processos de larga escala o tornam necessário (LEE, 1998).

Na verdade, o projeto do layout industrial é o arranjo do espaço de trabalho, e seu planejamento constitui-se num importante recurso gerencial logístico, além de ser vital na melhoria da produtividade das organizações. Fatores como segurança, gerenciamento visual e mix de produtos, além dos aspectos quantitativos, devem ser levados em conta no processo de decisão. O ideal é que o projeto de uma instalação parta do geral para o particular, ou seja, da localização global para o posto de trabalho. As questões estratégicas maiores devem ser decididas em primeiro lugar (LEE, 1998; CANEN e WILLIAMSON, 1998). Tempo considerável deve ser gasto na fase conceitual do planejamento do layout, adicionando o aspecto humano ao projeto em si. Balancear as restrições financeiras de curto prazo, os recursos do meio ambiente, e os conceitos de qualidade, é o maior desafio. Decisões financeiramente corretas talvez não combinem com os aspectos de qualidade necessários. Tradicionalmente o planejamento do layout foca exageradamente no curto prazo, quando seus retornos de investimento normalmente ocorrem em longo prazo (HALL e FORD, 1998).

Existem várias formas de elaborar o projeto do layout. Um deles é a formação de times em que especialistas de diferentes áreas interagem para desenvolver propostas baseadas em sua própria experiência e criatividade; a qualidade da solução depende dos especialistas que dão os inputs durante o processo do projeto. Todas soluções possíveis são avaliadas de acordo com critérios pré-definidos, e a melhor, segundo os participantes da equipe, é selecionada. Este método pode se tornar tedioso e levar

---

\* ou taxa de transferência é a quantidade de dados transferidos de um lugar a outro.

muito tempo, entretanto leva em conta a experiência humana, que sempre deve ser considerada para auxiliar nos processos de tomada de decisão (CANEN e WILLIAMSON, 1998; YANG et al., 2000).

## 6.1. LOCALIZAÇÃO

A escolha da localização em geral é uma tarefa atribuída aos gerentes de logística com objetivo principal de obter ganhos em econômica de escala na distribuição e reduções de custos de transporte. Nos últimos anos, os estudos de localização têm abrangido também projetos de canal logístico, como resultado da globalização da cadeia de suprimento e de considerações de marketing.

Por se tratar de uma decisão única, pode ser feita manualmente, ou com auxílio de planilha, por exemplo aplicativo Excel, onde o procedimento mais específico é descrito no texto Solver do manual do usuário.

Os dados necessários para análise de localização consistem em definições de mercado, produtos e redes, demanda dos clientes, preços de frete custos fixos e variáveis, a seguir comentados.

Para definição de mercado é necessário classificação das áreas geográficas, podendo ser um país, estado ou região, sendo a demanda do cliente atribuída a cada área de mercado, por município, por zona estatística, por código de endereçamento postal. Os produtos poderão ser analisados a partir de seus fluxos individuais, mas normalmente não é necessário trabalhar neste nível de detalhes, dependendo do nível de complexidade do projeto. Os itens, especialmente aqueles com características de distribuição, locais de produção e canais de distribuição similares, são agrupados para facilitar a análise.

As redes logísticas é outro importante item de análise, a qual abrange os componentes dos canais, as empresas e possíveis localizações a serem incluídas na análise, tendo como itens específicos as combinações de fornecedores locais de produção, centros de distribuição, atacadistas e varejistas que devem ser considerados, incluindo também a possibilidade de expansão com novos centros de distribuição e de empresas alternativas nos canais. Quanto mais abrangente a definição, maior a possibilidade de complexidade, sendo que a própria análise deve verificar até que ponto deve ser aumentado esta complexibilidade.

Também deve ser observada a demanda de cliente que é a parte do projeto onde são estudados os volumes das cargas para cada área geográfica identificada como um mercado, especialmente porque a análise de localização é baseada nos volumes de produtos expedidos para cada área. Embora o volume possa ser estabelecido quantitativamente em termos de unidades expedidas para cada área, à maioria das análises de localização são baseadas em peso, pois o custo de transporte depende fortemente do peso transportado.

As taxas de frete de suprimento e entrega de mercadorias são dados indispensáveis para a análise de localização. Devem ser conhecidos para os canais de distribuição já existentes e para aqueles

considerados possíveis, além disso, devem ser estabelecidos para cada volume de carga e para cada modalidade de transporte entre centros de distribuição e transportes. Uma forma mais prática é buscar obter estes dados com as transportadoras estas informações e aplicar um modelo de cálculo na geração das informações. Um método normalmente utilizado é o da técnica de regressão linear, devido ao grande volume de dados.

Temos ainda a análise dos custos fixos e variáveis, dados finalmente necessários para a análise. Os custos fixos incluem mão-de-obra, energia elétrica em materiais, sendo estas funções do movimento de mercadorias de produtos. As maiores diferenças entre os custos fixos e variáveis podem ser representados pelas regiões geográficas, tais como salários, energia, valor de terrenos e impostos.

Dessa forma, todos os parâmetros descritos levarão com certeza a escolha da melhor localização para ver instalada uma indústria que venha a se desenvolver de forma promissora e sustentável.

## 6.2. ARRANJO FÍSICO

O estudo do arranjo físico é essencial para otimizar as condições de trabalho, e aumentar tanto o bem estar como o rendimento das pessoas.

Segundo Cury (2000: 386): Arranjo Físico ou Layout corresponde ao conjunto dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo além da preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias primas. Para melhorar a compreensão, arranjo físico corresponde à distribuição física de elementos em determinado espaço, no intuito de atender satisfatoriamente às necessidades dos clientes, fornecedores e funcionários, interagindo-os com o ambiente organizacional e consequentemente aumentando a produtividade e reduzindo custos. Uma boa disposição de móveis e equipamentos resulta em uma maior eficiência dos fluxos de trabalho e uma melhoria na própria aparência do local. Um ponto também a ser abordado é a redução da fadiga. Que se insere no quadro de objetivos do arranjo físico, pois a existência desta pode revelar uma disposição inadequada das condições de trabalho. A fadiga nada mais é do que a diminuição da capacidade funcional de um organismo em consequência de uma atividade. Tal sensação pode ser provocada pelo esforço despendido e pelo mau uso do ambiente, podendo ser tanto muscular, como mental ou neuro-sensorial.

Além da interação entre espaço físico e fator humano o layout deve ser flexível a fim de que possa ser alterado sempre que seja necessário. Afinal sabe-se que no atual contexto global, as mudanças, seja no aspecto social, cultural, financeira, ou administrativa, são cada vez mais constantes.

É conveniente também, levantar dados referentes às instalações elétricas, saídas de emergência, sanitários, condicionamento de ar e tudo aquilo que possa interferir no bom andamento dos negócios.

Assim como as saídas de emergência, os extintores são indispensáveis em uma organização, seja ela comercial ou industrial.

No estudo das divisões, móveis e equipamentos, é aconselhável uma disposição simétrica e em linha reta. Tamanhos uniformes permitem maior flexibilidade e melhor aparência. Os padrões de espaço devem obedecer as necessidades de trabalho e conforto dos colaboradores, a circulação no interior do estabelecimento requer corredores amplos que possam proporcionar a todos uma visão plena dos produtos que estão sendo confeccionados facilitando o entendimento de todo processo produtivo.

Planejar um arranjo físico pode parecer apenas a locação de máquinas e/ou equipamentos para que se chegue a um layout satisfatório, mas na realidade a desobediência de alguma regra ou fator importante para o processo pode acarretar desperdício e prejuízo para a empresa. Assim, um arranjo físico não planejado corretamente pode ocasionar: ineficiência de operações, gargalos com perda de tempo para a produção, longas distância entre os centros com perda através dos transportes ou movimentações excessivas dos materiais e operários, ociosidade dos equipamentos e/ou máquinas, excesso de áreas com perda de recursos na utilização da edificação ou terreno, entre outros problemas decorrentes de um layout deficiente. Ao se planejar previamente o arranjo físico de uma planta fabril de forma adequada possibilita-se que todas as atividades se integrem de forma coerente, permitindo uma sequência lógica, evitando a geração de desperdícios, bem como prevendo e facilitando possíveis mudanças futuras. A meta de um arranjo físico é minimizar os custos totais dos fluxos satisfazendo um conjunto de restrições especificadas pelo processo de manufatura. O planejamento sistemático de layout é uma ferramenta que promove a preparação para uma manufatura eficiente desde a sua base, promovendo resultados com condições para receber estruturas e ferramentas modernas de produção. Slack, Chambers e Johnson (2002) citam o SLP\* auxiliado por computadores, pois a complexidade do processo levou ao desenvolvimento de numerosos procedimentos heurísticos com a finalidade de auxiliar no processo do projeto. Procedimentos heurísticos usam o que tem sido chamado “atalhos no processo racional” e “regras de bom senso” na busca de soluções equilibradas. Eles não alcançam o sucesso “ótimo”, mas aproximam o resultado desta meta.

### 6. 3. ARRANJO FIXO DETALHADO

Esta fase envolve a localização de cada máquina, equipamento, suprimentos e serviços. Esta é a fase mais importante em termos ergonômicos, pois é ela que tornará as instalações dinâmicas, dará movimentos e vida à fábrica.

---

\* Systematic Layout Planning - Planejamento Sistemático do Arranjo Físico.

Aspectos como distancias entre máquinas, espaços necessários para o trabalho, interferências do processo das máquinas vizinhas, acesso aos postos de trabalho, fluxos e transferências de materiais entre postos de trabalho e deslocamentos dos operadores entre vários postos de trabalho e deslocamento dos operadores entre os vários postos de trabalho devem ser observados cuidadosamente.

As células de manufatura exigem cuidados especiais, pois os movimentos dos operadores são curtos e, geralmente, de grande frequência. Exemplo: em uma determinada empresa, o funcionário andava 2.800 m / dia de lado, entre postos de trabalho. Em curto espaço de tempo apresentou dores na região lombo-sacra (dor tipo queimação), joelhos e tornozelos. Com um arranjo nos equipamentos, o mesmo passou a se deslocar 800m / dia, sem dores, com possibilidade de trabalho em pé e sentado.

#### 6.4. IMPLEMENTAÇÃO

Este tópico apresenta as etapas necessárias para o desenvolvimento de um sistema qualquer a ser implantado. A primeira etapa começa com a coleta das informações sobre o funcionamento da empresa. Dependendo do tipo de critério adotado, as informações a serem coletadas se tornam distintas. O modelo de banco de dados adotado neste trabalho para o armazenamento de informações é similar a uma lista. Em seguida, são analisadas quais devem ser os tipos de informações necessárias a serem inseridas por cada funcionário. Entendendo a dinâmica de informações que entram e saem desta lista, é possível definir códigos de busca. Caso os critérios sejam diferentes, o procedimento de armazenamento pode sofrer pequenas alterações, mudando, por exemplo, a forma de acesso e a natureza das informações acessadas. Um sistema completo de programação da produção pode ser, finalmente, implementado numa empresa real para a aplicação simultânea de critérios de seleção de recursos à medida que os pedidos chegam à fábrica, fato que anteriormente não era visto nos artigos da literatura. Independentemente do tamanho do layout, os resultados mostram que os tempos de busca e atualização são praticamente desprezíveis, considerando um dia de trabalho.

Os primeiros passos envolveram a coleta de tempos operacionais no próprio local de trabalho através da observação direta no "gemba" (chão de fábrica), deixando de lado os tempos padrões de Engenharia, e o apoio dos líderes e operadores envolvidos para construir o Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO) para cada operador, tendo como referência o tempo takt.

Como parâmetro temos que, antes da implementação, os tempos de ciclo dos operadores excediam o tempo takt, ou seja, eles não conseguiam atender a demanda dos clientes com a jornada de trabalho existente, obrigando a empresa a recorrer a horas extras. Após a implementação, os operadores puderam operar abaixo do takt, o que significou atender com folga a demanda.

. A implementação implica nas seguintes melhorias:

1. Distribuição das cargas de trabalho dentro do tempo takt, atendendo a demanda do cliente sem a necessidade de se fazer horas extras.
2. Transferência dos elementos de trabalho para operações anteriores, ocupando melhor os operadores;
3. Ocupação dos tempos automáticos com operações manuais
4. Com a separação das operações não é mais necessário caminhar, evitando este desperdício;
5. Com a redução da carga de trabalho, trabalhando no ritmo do takt, foi eliminado o desperdício da espera.

. Benefícios da implementação sem realizar nenhum investimento, através da implementação da planta pode-se conquistar o seguinte:

1. Redução do WIP (Estoque Padrão de Processo).
2. Diminuição da carga de trabalho com a eliminação da caminhada e a transferência de trabalho para a operação anterior.
3. Ganho de produtividade com o balanceamento das operações pois produzidas dentro do takt, evitando a sobrecarga e horas
4. Satisfação dos operadores.
5. Diminuição do risco de acidentes.

## 6.5 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Um local de trabalho, um escritório, uma oficina ou um quarto, deve ser sadio e agradável. O usuário precisa encontrar aí condições capazes de lhe proporcionar um máximo de proteção e, ao mesmo tempo, satisfação no trabalho. Mais ainda, “o ambiente deve poder cumprir uma finalidade social de educar, criando no homem e na mulher hábitos de higiene e de ordem que venham a estender ao seu lar” (VERDUSSEN, 1978, p.49.).

As características de um ambiente de trabalho refletem de maneira expressiva sobre seu usuário. Uma grande fonte de tensão no trabalho são as condições ambientais desfavoráveis, como excesso de calor,

ruídos e vibrações. Esses fatores causam desconforto, aumento o risco de acidentes e podem provocar danos consideráveis à saúde (IIDA 1997).

As condições de um ambiente mal planejado podem gerar: Riscos de acidentes e danos a saúde e desconforto.

O custo de qualquer melhoria ambiental é investimento altamente rentável, podendo resultar em aumento de produtividade, redução dos acidentes, doenças ocupacionais e abstencionismo, proporcionando ainda melhor relacionamento empresa-empregado.

Para se ter um ambiente de trabalho ideal, é necessário que se crie condições ideais, considerando os limites e recomendações para os fatores ambientais e aplicar conhecimentos de **anatomia (A)**, **fisiologia (B)** e **psicologia (C)**, sendo na verdade, um ambiente de trabalho o produto da contribuição de todos os fatores atuantes que devemos buscar para atingir melhores resultados.

## 7. DIMENSIONAMENTO DOS ESPAÇOS NO LAYOUT INDUSTRIAL

Um layout industrial é formado por um conjunto de postos de trabalho e seus complementos, e cada arranjo tem complexidades, configurações e características próprias, que irão variar de acordo com os processos de fabricação existentes nas plantas industriais.

Um layout de uma área de estamparia é diferente de uma área de usinagem, que é diferente de uma área de fundição, que é diferente de uma área de montagem, que é diferente de um armazém. Uma coisa é certa; para que cada um deles funcione bem, é fundamental que os postos de trabalho e seus complementos funcionem bem. Para que isso aconteça, é importante que sejam respeitados, entre outros, os aspectos ergonômicos e de segurança, relacionados com as dimensões dos espaços individuais de trabalho e dos locais como um todo.

O projeto de desenvolvimento correto de cada posto de trabalho, local e complementos, vai fornecer – na somatória de todos os espaços – dados concretos para confecção do layout de blocos e mostrar a realidade de suas fronteiras. Isto acontecendo, na fase seguinte, ao executar o layout detalhado, teremos condições de “montar” um arranjo seguro e ergonomicamente satisfatório, e “jogar” com outras variáveis, tornando o local adequado e satisfatório para o ser humano.

Para dimensionamento das áreas dos layouts de blocos, ou arranjo físico geral, Muther (1978) propõem cinco métodos de cálculos:

- Projeção de Tendências
- Arranjos Esboçados
- Padrões de Espaço
- Método da Conversão

- Método Numérico

Para iniciar esta etapa deve-se construir o fluxograma de processo.

1. Quantidade atual e prevista de materiais e componentes: uma listagem de todos os materiais, peças, componentes e produto pronto, com a quantidade que será utilizada para cumprir o nível de produção atual e a evolução desta quantidade nos primeiros dez anos. O consumo indicado será periódico (semanal ou mensal) e as unidades de medida são as usuais no mercado de fornecedores. Fazer o balanço de massa dos materiais, considerando as perdas e obediência ao fluxo do processo.
2. Quantidade atual e prevista de equipamentos: uma listagem de todos os equipamentos de fabricação e montagem necessários para cumprir os volumes atual e previsto obtendo as quantidades por cálculo de carga das máquinas.
3. Quantidade atual e prevista de pessoal: cálculo do número atual e previsto de funcionários produtivos e administrativos, definidos para um turno de trabalho, com possibilidades de usar horas extras, indicando o local de trabalho, o custo da mão de obra por funcionário e o total para a empresa.
4. Superfície das áreas de estoques: indicando o total requerido por tipo de material (ou grupos de materiais) e a forma aproximada de armazenamento para cinco tipos principais de estoques: estoque de matéria prima, estoque de peças e componentes comprados, estoque intermediário de partes fabricadas, estoque de esperas intermediárias e estoque de produtos acabados.
5. Templates e superfícies dos centros de produção: plantas em escala (recomendado de 1:50) das estações de trabalho e centros de produção. Cálculo das superfícies das áreas por estação e no total por grupos de equipamento.
6. Superfícies das áreas auxiliares de produção: indicar os serviços auxiliares de manutenção, ferramentaria, controles, suprimentos, recepção, expedição, e as superfícies das áreas atuais previstas destes serviços.
7. Superfície das áreas de serviços de pessoal: cálculo das superfícies das áreas de refeitórios, banheiros, vestiários, enfermarias, lazer, bebedouros, etc., a serem utilizado pelo pessoal atual e previsto.
8. Superfície das áreas administrativas e de apoio: listagem de todos os serviços administrativos atuais e futuros, indicando as áreas de administração geral, pessoal técnico, segurança, limpeza, casas de força, etc.

9. Pré-definição de áreas construídas: este documento será obtido por soma das informações contidas nos documentos anteriores.

## ETAPA 2

10. Relacionamentos e ocupação do terreno. Nesta etapa deverão ser fornecidos os documentos de elaboração do block-layout\* e preenchidos os dados de avaliação do projeto, na forma reiterativa (para cada alternativa, os dados de avaliação). Para iniciar esta etapa é necessária a elaboração detalhada dos fluxos do processo de produção, entre eles: os fluxogramas de fabricação e montagem, os fluxogramas cronológicos, os diagramas de trabalho de cada centro de produção e as tabelas de relacionamentos (carta DE-PARA\* e de ligações preferências).

11. Princípios de ocupação do terreno: discussão das características e dos princípios que serão adotados na ocupação do terreno e resumo das conclusões sobre vias de acesso e circulação, áreas externas, utilização de pisos e problemas de expansão.

12. Análise de alternativas de projeto de massa: para cada alternativa gerada fazer um esboço de planta em escala (recomenda. 1:500) das principais unidades da fábrica (departamentos, setores, blocos funcionais) e de circulação externa, anexando as seguintes informações: pontos de entrada e saída do terreno, tipo de construção (alvenaria, galpão, livre, etc.), a metragem final de cada construção, pontos de entrada e saída nos edifícios, vias de circulação externa, jardins, estacionamento e as direções de expansão. Nesta fase, cada unidade considerada no projeto não tem ainda uma forma geométrica definida. Em geral são usadas formas geométricas básicas como quadrados e retângulos (2x1).

13. Princípios de operação do conjunto: discussão e análise dos princípios a serem adotados na operação da parte produtiva e administrativa (em separado), e resumo das técnicas e conclusões sobre a distribuição dos blocos das seções na fábrica, com o uso de técnicas como a matriz de ligações preferenciais. Em projetos complexos, com grande diversidade de centros de produção e de componentes fabricados, nesta fase é necessário o balanceamento dos tempos entre os centros de produção e a determinação dos estoques em processo.

14. Análise de alternativas de diagramas de bloco: um esboço de diagramas de blocos das seções de fábrica, dos setores auxiliares, de pessoal, administrativos e de apoio; indicando os principais blocos e os fluxos de pessoas e materiais entre as seções (com representação aproximada de superfície e formato), com o uso de técnicas de relacionamentos quantitativos, como a carta DE-PARA e de processo, como o fluxograma de fabricação e montagem e o fluxograma de setores.

15. Avaliação econômico-financeira do block-layout: para cada combinação das alternativas anteriores, deverá ser calculado o custo total do investimento inclusive terreno, indicando a composição destes custos.

16. Avaliação técnica do block layout: pode ser adicionado aos documentos anteriores, um resumo de avaliação técnica onde deve constar, para cada alternativa, a produtividade física do terreno (área/volume de produção), o espaço específico pessoal (m<sup>2</sup> de área de fábrica/número de funcionários) na parte produtiva e administrativa, a densidade de aproveitamento produtivo (área de estações de trabalho/área construída de fábrica), e o momento total de transportes, a relação de espaço direto-indireto (m<sup>2</sup> de área de fábrica/m<sup>2</sup> de áreas administrativas e auxiliares) e o aproveitamento do terreno (área construída plana/área total em termos atuais e futuros).

17. Block layout final: uma planta em acabamento profissional do block layout escolhido, em escala (recomendado 1:200), com todas as áreas construídas e sua posição no terreno, com os fluxos de circulação de materiais e pessoas.

### ETAPA 3

18. Arranjo prévio: um esboço de planta em escala (recomendado escala 1:200) montada em cima do último block layout escolhido, colocando as estações de trabalho de fabricação e montagem, as seções auxiliares, administrativas, as áreas de pessoal, e definindo os corredores, colunas, portas, escadas, dispositivos de segurança de maneira aproximada.

19. Layout final: uma planta em escala (recomendado 1:100 ou 1:50) de toda a área construída, inclusive áreas não produtivas, indicando todos os equipamentos, posição de operadores, linhas demarcatórias, paredes, divisórias, colunas, janelas, portas, portões, locais de espera intermediárias, móveis e utensílios. A apresentação deve ser profissional, de forma a servir de base para projetos estruturais, de redes elétricas e de suprimentos e fixação dos equipamentos.

20. Características econômico-financeiras do projeto: este documento é apenas um guia para o empresário, mostrando uma visão estática e resumida de uma análise mais geral de viabilidade.

#### 7.1. MÉTODOS PARA DIMENSIONAMENTO

O desenvolvimento de um *layout* necessita de procedimentos específicos os quais facilitam o seu desenvolvimento (Francis et al., 1974, p. 32).

Vejamos alguns métodos;

### **Immer**

Este método baseia-se em fábricas cujas máquinas devem estar distribuídas para que a produção seja o mais eficiente possível, percorrendo a menor distância possível e no menor tempo não havendo preocupação com a ergonomia, segurança ou satisfação no posto de trabalho. Este método pode ser aplicado a qualquer problema que surja no layout e é constituído por três fases distintas (Francis et al., 1974, p. 35):

- Descrever detalhadamente o problema, tendo em conta as variáveis e utilizando recursos gráficos;
- Representar as linhas de fluxo;
- Transformar as linhas de fluxo em sequências de máquinas.

### **Nadler**

Este método foi desenvolvido para planejar sistemas de trabalho, aplicáveis ao planeamento de instalações considerando situações ideais. O método de Nadler baseia-se nos seguintes procedimentos (Francis et al., 1974, p. 32):

- Teorização do sistema ideal;
- Conceitualização do sistema ideal;
- Projeção do sistema de trabalho com a tecnologia ideal;\*Instalação do sistema recomendado.

### **SLP**

O *Systematic Layout Planning* (SLP) foi desenvolvido para facilitar o planeamento do *layout*. Este método trabalha com as seguintes variáveis: Produto (materiais), Quantidade (volumes), Roteiro (sequência do processo de fabricação), Serviços de suporte e Tempo (P, Q, R, S, T) (Muther, 1978, p. 2). Estas variáveis e a identificação das atividades a incluir num layout são os dados básicos para o seu desenvolvimento, como é possível verificar através da Figura 1.

O planeamento do *layout* segundo o procedimento SLP deve passar por quatro fases distintas, as quais devem ser verificadas e aprovadas convenientemente. Essas fases são (Muther, 1978, p. 4):

Essas fases são (Muther, 1978, p. 4):

1. Localização
2. *Layout* geral
3. *Layout* detalhado
4. Implantação.

A Fase 1 corresponde à determinação da localização da área a ser utilizada. Na Fase 2, o projetista deve possuir toda a informação básica, para assim efetuar a análise do fluxo de materiais e estabelecer as inter-relações de atividades que, combinados, fornecem o diagrama de inter-relações. A seguir, determinam-se as necessidades do espaço que, balanceados em relação à disponibilidade do espaço, possibilitam a construção do diagrama de inter-relações de espaços.

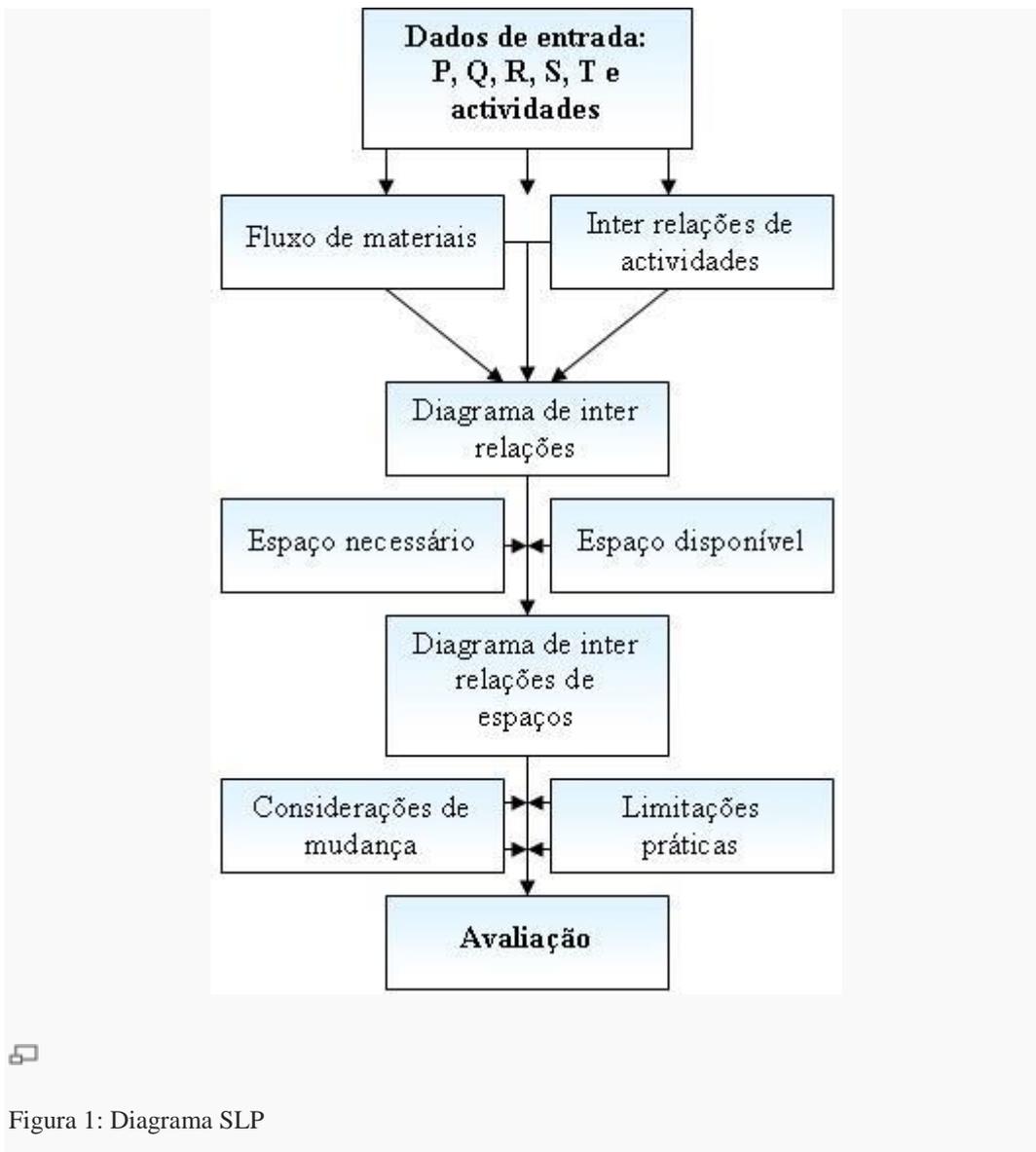


Figura 1: Diagrama SLP

Neste ponto, a partir das considerações de mudança e das limitações práticas, passa-se ao ajuste do diagrama de inter-relações de espaços. Esses ajustes levam a várias configurações de blocos alternativas, que devem ser avaliadas e examinadas a fim de se chegar a uma configuração geral. Durante a Fase 3, as áreas definidas na fase anterior são tratadas segundo o mesmo modelo de procedimentos. Depois da configuração detalhada de cada área, o projeto passa à fase de implantação.

Assim sendo é possível verificar que o fluxo de materiais é um fator predominante do *layout* bem como a inter-relação entre as atividades (Muther, 1978, p. 7-8).

Este modelo de *layout* é linear e cumulativo, sendo conveniente eliminar os dados não consistentes, pois o modelo trabalha com fluxos. O processo SLP pode ser utilizado de forma sequencial para desenvolver o *layout* em blocos e, posteriormente, as alternativas mais detalhadas. É de notar que a transformação de um diagrama de relacionamento de espaços em várias alternativas viáveis de *layout* é um processo não mecânico, sendo necessário julgamentos e experiência no projeto (Camarotto, 1998, p. 62).

## **Apple**

Para se obter um *layout* de instalações industriais é necessário seguir um conjunto de procedimentos que, independente do tipo de instalação, do tipo de processo de produção ou do tamanho da fábrica devem seguir os seguintes passos (Tompkins, 1996, p. 291-292):

- Obter e analisar os dados básicos;
- Projetar o processo produtivo;
- Planejar o padrão de fluxo de materiais;
- Considerar o modelo de manuseio de materiais;
- Calcular os requisitos necessários para os equipamentos;
- Planejar os postos de trabalho individuais;
- Selecionar os equipamentos específicos para o manuseio de materiais;
- Coordenar os grupos das operações que estão relacionadas;
- Delinear a relação entre as várias atividades;
- Determinar os requisitos de armazenagem;
- Planejar as atividades auxiliares e de serviços;
- Determinar os requisitos do espaço;
- Atribuir as atividades no espaço total;
- Considerar as características da edificação;
- Construir o *layout* geral;
- Avaliar, ajustar e conferir o *layout*;
- Discutir a validação do projeto;
- Detalhar e implementar o *layout*;
- Acompanhar a implantação do *layout*.

## Reed

O método de Reed utiliza a carta de planeamento de um *layout*, a qual possui uma série de informação relativa à produção de cada parte do produto bem como, informação sobre a sua armazenagem, o seu transporte, a ocupação da mão-de-obra e as condições de movimentação (Tompkins et al., 1996, p. 292-293). Para a realização do *layout* é necessário ter em conta os seguintes passos:

- Analisar os produtos a produzir;
- Determinar os processos necessários na produção;
- Preparar as cartas para o planeamento do *layout*;
- Determinar os postos de trabalho;
- Estudar as necessidades das áreas de armazenamento;
- Definir as larguras mínimas dos corredores;
- Estabelecer as necessidades dos escritórios;
- Considerar o pessoal de manutenção e de serviços;
- Analisar os serviços da fábrica;
- Planear futuras expansões da fábrica.

## 7.2. ESPAÇO DE TRABALHO

A produção moderna tem vindo a mudar o espaço necessário na produção e nas áreas de armazenagem assim sendo, as necessidades do espaço têm vindo a reduzir, pois os produtos são entregues em pequenas quantidades, as áreas de armazenagem foram descentralizadas, são utilizados menos inventários, os *layouts* são cada vez mais eficientes e as empresas, menores (Tompkins, 1996, p. 96).

Com certeza devem ser observados postos de trabalhos, departamento, corredores e demais ambientes da empresa para que através do layout observando as regras da ergonomia podemos ter ambientes saudáveis e funcionais nos moldes do a seguir apresentados aos pontos fundamentais do projeto

- Posto de trabalho

A produtividade de uma empresa caracteriza-se pela produtividade de cada posto de trabalho, assim cada um deve possuir o espaço necessário para o equipamento, materiais e operadores. O espaço destinado ao equipamento é espaço destinado à movimentação dos materiais, à manutenção das máquinas e à instalação de serviços. O espaço destinado aos materiais consiste em receber e armazenar, processar,

armazenar e distribuir, armazenar e eliminar os desperdícios de todo o material. Quanto ao espaço destinado aos operadores, estes devem incluir para além do operador, o espaço para a sua entrada e saída, bem como o espaço para o tratamento do material (Tompkins, 1996, p. 97).

- Departamento

Assim que o espaço para os postos de trabalho individuais for determinado, é possível estabelecer o espaço necessário para cada departamento. No entanto, o espaço do departamento não é simplesmente calculado a partir da soma de todas as áreas dos postos de trabalho individuais, para tal é necessário ter em conta as áreas de armazenagem, os operadores, a manutenção dos equipamentos, entre outros (Tompkins, 1996, p. 96-99).

- Corredores

Os corredores devem estar localizados de forma a proporcionar um fluxo eficiente de equipamentos, operadores, entre outros. Primeiro deve ser estabelecido o *layout* do departamento e só depois se deve considerar os corredores (Tompkins, 1996, p. 100).

## 8. SITUAÇÕES A SEREM OBSERVADAS NO PLANEJAMENTO INDUSTRIAL

A direção dos esforços está no caminho daquilo que seja mais consonante com os resultados da realidade do momento em que é referenciado, mesmo que não seja o desejável ou mais socioeconomicamente interessante em termos de resultados.

Nesse aspecto, as atenções daqueles devem-se voltar para o planeamento estratégico situacional, na forma de como ocorre o plano junto aos atores e como se processa a relação entre eles dentro de todo este processo e o que se almeja com todo o trabalho em questão.

Do processo de planeamento parte-se de uma posição de poder, interesses, grupos de formação, coalizão, oposição, pressões sociais, aspectos legais, influências internacionais, questões mercadológicas, aspectos industriais, desenvolvimento político, maturidade nacional, projetos e programas governamentais, resultados esperados estruturais e toda a conjuntura do ambiente em qual Estado, governo e sociedade estão inseridos.

A metodologia de Diagnóstico de Situações busca viabilizar aproximação dos conceitos da gestão estratégica empresarial aos conjuntos de procedimentos necessários para início do processo das atividades, tendo por atuantes os atores sociais nesse jogo de interesses, dentro de diretrizes da ação estratégica, relevando: análise de políticas públicas, capacidade de ações, tempo disponível e disponibilizado e oportunidades pontuais como incrementos.

Um modo de aumentar a confiabilidade humana é o uso de procedimentos formalizados. Um procedimento consiste em uma descrição detalhada de como uma atividade deve ser realizada. Pode incluir fotografias e desenhos que auxiliem o operador a entender a tarefa e facilitem o treinamento. Também podem incorporar melhorias e correções que surgem durante a atividade, tornando-se um documento dinâmico.

Muitas vezes, procedimentos incluem tempos típicos para a atividade, que podem ser usados para verificar a adequação física e psicológica do trabalhador à atividade. O não alcance desses tempos ou o decaimento ao longo do turno podem indicar inadequação laboral à tarefa.

Procedimentos incluem condições de trabalho e ações. Operadores atribuem-lhes valor baseado na frequência de sucesso. Quando todas as condições previstas existem, ações bem-sucedidas aumentam a confiança no procedimento. Sem condições perfeitas, operadores utilizam o procedimento mais propenso ao sucesso na condição mais parecida.

Do ponto de vista cognitivo, a existência de procedimentos reduz o nível de complexidade da operação, diminuindo a probabilidade de erro humano, especialmente violação de rotina. Os elementos a seguir devem ser observados quando da execução do planejamento realizado.

### 8.1. RISCOS

Quando se planeja um arranjo físico, deve se ter em mente que pessoas trabalharão nesse ambiente e que determinados riscos existentes nos processos (e/ou máquinas e equipamentos) poderão ser eliminados, minimizados, enclausurados ou isolados.

Estes riscos produzidos estar relacionados com: riscos físicos (ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações, infra-som), riscos biológicos (bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, etc) existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar algum tipo de dano à saúde dos colaboradores.

### 8.2. RUÍDO

Um dos grandes problemas de desconforto que geralmente encontramos em uma unidade industrial é o ruído, quer localizado, quer o de fundo. Todos que convivem com ele sabem das reclamações e reivindicações que os funcionários fazem, e é um dos itens que sempre são abordados pelos comitês de ergonomia. Áreas ruidosas devem ser isoladas dos demais centros de produção, colocadas em local com pé direito alto e sempre que possível com mecanismos que evitem a propagação do ruído. Nas áreas produtoras de ruídos é importante termos o mapeamento máquina a máquina e serem analisadas as causas desses ruídos. Às vezes podemos diminuir consideravelmente o ruído de determinadas

máquinas instalando silenciadores nas válvulas de descarga de ar comprimido. A própria configuração do layout poderá ajudar na diminuição do ruído. Máquinas ruidosas, sempre que possível, devem ser colocadas próximas a paredes, pois teremos condições de revestir essas paredes com material isolante que absorva as ondas sonoras ou mesmo criar cabinas exclusivas para determinadas máquinas.

### 8.3. CALOR

Como ruído, o calor também é um dos grandes problemas produzidos por determinadas máquinas ou processos. Ao se planejar o layout dessas áreas, deve-se ter em mente que devemos expor o menor número de funcionário a esse risco. É importante que seja feito um mapeamento dos índices de sobrecarga térmica desses postos de trabalho, pois isso será útil na determinação das distancias entre máquinas, que medidas de proteção deverão ser adotadas para bloquear a propagação do calor, qual o melhor posicionamento e configuração do layout, etc.

### 8.4. POLUENTES

Medidas saneadoras objetivando eliminar poeiras, vapores e gases devem ser buscadas incessantemente. É importante que os postos de trabalho geradores sejam localizados em áreas com boa ventilação, pé direito alto e ventos contrários aos locais ocupados pelos funcionários.

### 8.5. APROXIMAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO

A “Folha de Registro dos Equipamentos e Máquinas” determina, entre outros, as fronteiras dos postos de trabalho conforme comentado. Essas fronteiras deverão ser obedecidas e avaliadas as que poderão ser comuns a dois postos próximos. A superposição de áreas poderá ser um fator de desconforto, acidentes ou atrito entre operadores.

### 8.6. OUTROS FATORES

Outros fatores (que deverão constar na “Folha”), relacionados a segurança no trabalho e exposição dos operadores e fatores externos ao seu posto deverão ser cuidadosamente analisados e levados com consideração na aproximação dos postos de trabalho.

Uma ferramenta importante para avaliar o grau de proximidade das atividades como um todo, ou dos postos de trabalho isoladamente, é a “Carta de Interligações Preferenciais” ou “Diagrama de Relações”. Esta Carta é de extrema importância quando existem riscos ambientais.

Cuidados especiais devem ser tomados com relação às áreas de polimento. Nas politrizes, existe o risco das peças escaparem das mãos dos operadores, serem levadas pelas escovas das mesmas e atingir o próprio operador ou alguma pessoa da vizinhança. O posicionamento direcional das politrizes as distancias adequadas entre esses postos de trabalho e sistemas de anteparos entre eles minimizarão os riscos e desconfortos gerados por esses postos de trabalho.

Nas estamparias que usam bobinas, um risco grave está relacionado com o fim da fita. A mesma poderá chicotear e atingir alguém próximo. Isso pode ser evitado colocando-se um anteparo isolando a área. Os ruídos das estamparias poderão ser minimizados criando-se, entre outros, anteparos entre os postos de trabalho ou configurando-se o arranjo para que o ruído não se propague em direção à população trabalhadora.

## 8.7. CORREDORES

Através dos corredores, poderemos determinar os menores percursos para a circulação de materiais, facilitar o trânsito de pessoas e o abastecimento dos postos de trabalho, exigir disciplinamento no sentido amplo, criar regras de circulação, etc. É importante que os mesmos sejam dimensionados no sentido de: a) permitirem o mínimo de manobras a serem realizadas pelos equipamentos de movimentação de materiais ao abastecerem os postos de trabalho, b) permitirem a circulação de duas pessoas lado a lado, c) permitirem a circulação de materiais sem causar transtornos.

Os corredores deverão ser retos e contínuos. Devem ser evitados corredores sem saída, interrompidos ou que não levam a lugar nenhum, pois os funcionários circularão entre máquinas, materiais, etc, expondo-se ou expondo alguém a risco.

Uma região de grande perigo é aquela onde há cruzamento de pessoas e cargas. Muitas vezes é impossível evitar esses cruzamentos. Essa região deverá ser estudada com especial atenção, pois a solução do problema dependerá muitas vezes do temos em volta desses cruzamentos. Pode ser uma região completamente sem visão, como é o caso das entradas ou saídas de edifícios.

Devem-se eliminar os cantos cegos dos corredores, originado geralmente pela colocação de salas, pilhas de materiais, prateleiras, armários, etc. Deve-se disciplinar e criar anéis de circulação para empilhadeiras na áreas fabris, evitando que os veículos “cortem caminho” passando dentro dos centros de produção. Sempre que possível, os corredores de grande movimentação de materiais deverão ficar localizados no sentido oposto das saídas dos funcionários, para que os riscos de acidentes sejam mínimos. Nas áreas onde circulam empilhadeiras elétricas, principalmente nos depósitos, os riscos de acidentes por atropelamentos são grandes devido ao baixo ruído provocado pelas máquinas e a velocidade imprimida às mesmas. Uma alternativa é criar-se corredores exclusivos para pedestre.

## 8.8. ESTOCAGEM

Conforme colocado anteriormente, uma das finalidades dos corredores é o disciplinamento. Para o armazenamento de materiais é importante que as áreas sejam demarcadas, que nos Armazéns, quer nas áreas produtivas e corredores sejam criados em volta dessas áreas. O dimensionamento adequado das áreas de armazenagem vai impedir que materiais fossem colocados ao longo de corredores, que são causadores de grande número de acidentes nas áreas operacionais.

Cuidados especiais devem ser tomados quando a estocagem não é feita em estruturas porta-paletes e sim em blocos contínuos. Na elaboração dos layouts, um cuidado com a direção desses blocos deve ser tomado, pois sempre existe o risco do efeito dominó, isto é, as pilhas tombarem e gerarem acidentes graves.

Outro cuidado é com relação à localização de determinadas salas internas dos armazéns. Dependendo de sua localização, elas ficam vulneráveis a risco de quedas de materiais, a acidentes provocados pelas empilhadeiras que circulam à sua volta ou seus funcionários, passam a correr o risco de atropelamentos.

Uma atenção especial deve ser dada à localização de tanques com banhos químicos, estufas, bebedouros, salas de descanso e reuniões no chão da fábrica, salas de baterias, caminho das pontes rolantes, transportes aéreos, movimentos dos manipuladores e robôs, etc.

Podemos concluir afirmando que o layout tem um papel fundamental dentro de toda e qualquer empresa. É a peça chave na busca de resultados e na preservação do mais importante dos ativos das empresas, os colaboradores.

## 9. LAYOUT, MOVIMENTAÇÃO E ERGONOMIA.

O Layout industrial e a movimentação de materiais estão relacionados de tal maneira que um é a causa e o outro é o efeito. É quase uma questão de aproximações sucessivas para se atingir a melhor solução. É certo que certas limitações (características das edificações, disponibilidade de espaço, pé direito, riscos dos processos, etc.) podem cercear a livre escolha do melhor layout fabril e do melhor sistema de movimentação para atender às necessidades das empresas.

Enquanto o layout está ligado à análise, planejamento e projeto das instalações utilizadas na produção de bens e serviços, a movimentação de materiais está ligada à fase de operações e sistemas que envolvem o movimento dos materiais usados no desenvolvimento das atividades. Nenhum aspecto da atividade industrial está mais relacionado um com outro como esses dois.

Na verdade, a movimentação de materiais é a parte principal de quase todo trabalho de layout e essa estreita relação é enfatizada em uma das muitas definições de layout como:

“Layout pode ser definido como planejamento e a integração dos meios que concorrem para a produção obter mais eficiente e econômica inter-relação entre homem, equipamentos e movimentação de materiais dentro de um espaço disponível” (Olivério-1974)

Dentro do contexto movimentação de materiais, o fluxo de materiais é um dos fatores mais importantes na determinação do tamanho, configuração, forma, arranjo geral de qualquer local de fabricação ou armazenagem. Ele também, tecnicamente sem levar em consideração determinadas restrições ao ser humano, poderá determinar o melhor local para a colocação dos postos de trabalho no arranjo físico.

Como o fluxo de materiais depende e é praticamente o sinônimo de movimentação de materiais dentro do arranjo físico, podemos afirmar que:

- a) O requisito principal para uma produção econômica é um plano eficiente de fluxo de materiais;
- b) O resultado de fluxo de materiais é a base para um arranjo eficiente dos recursos físicos.
- c) O arranjo efetivo dos recursos em torno do fluxo do materiais deverá resultar numa eficiente operação dos vários processos de fabricação.

## 10. ERGONOMIA E SEGURANÇA NO LAYOUT INDUSTRIAL

Em um bom layout pode ser entendido como aquele que se adapta plenamente aos itens produtivos, buscando uma combinação ótima entre todos os fatores envolvidos. A busca de resultados e o aumento de produtividade são fundamentais nas empresas, e eles tecnicamente poderão ocorrer - entre outros caminhos - por meio de layouts racionais com fluxos contínuos; melhor ocupação das máquinas, equipamentos e mão de obra; racionalização dos transportes internos, redução de estoques intermediários, etc.

Nesse contexto, o fator mais importante é o ser humano. Este, dentro de um arranjo físico, é o elemento mais flexível, pois é movimentado e deslocado com mais facilidade que os materiais e as máquinas. No entanto – apesar de toda a sua flexibilidade – é o que exige maiores cuidados em todos os sentidos.

No desenvolvimento ou alteração de layouts, umas séries de objetivos técnicos são e devem se observados, porém não devem ser deixados de lado os objetivos humanos relacionados com ergonomia e segurança no trabalho.

Um bom termômetro para sabermos se um layout é adequado ou não ao elemento humano é observar a aparência das pessoas que trabalham no local. Quando o ambiente é seguro e ergonomicamente correto, a expressão facial e corporal dos funcionários responde positivamente aos estímulos do local.

Os acidentes poderão ser evitados tomando-se alguns cuidados como: Você já observou que alguns colegas de trabalho andam pela fábrica, anotando tudo? São os cipeiros (membros da CIPA), fazendo levantamento dos perigos existentes, para impedi-los de virem a se tornar causas de acidentes.

Toda inspeção segue um ciclo de procedimentos básicos que contribui para a elaboração do mapeamento de riscos, ou seja, uma metodologia de inspeção dos locais de trabalho tornada obrigatória a partir da publicação da Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho NR-9, de 17/8/92. Como já vimos, os acidentes são evitados com a aplicação de medidas específicas de segurança, selecionadas de forma a estabelecer maior eficácia na prática. As prioridades são:

**Eliminação do risco** - significa torná-lo definitivamente inexistente. Vamos citar um exemplo: uma escada com piso escorregadio apresenta um sério risco de acidente. Esse risco poderá ser eliminado com a troca do material do piso por outro, emborrachado e antiderrapante.

**Neutralização do risco** - o risco existe, mas está controlado. Essa alternativa é utilizada na impossibilidade temporária ou definitiva da eliminação de um risco. Vejamos um exemplo: as partes móveis de uma máquina polias, engrenagens, correias etc. - devem ser neutralizadas com anteparos protetores, uma vez que essas partes das máquinas não podem ser simplesmente eliminadas.

**Sinalização do risco** - é a medida que deve ser tomada quando não for possível eliminar ou isolar o risco. Por exemplo: máquinas em manutenção devem ser sinalizadas com placas de advertência; locais onde é proibido fumar devem ser devidamente sinalizados.

## 11. CONCLUSÃO

A ergonomia pode melhorar significativamente a eficiência, produtividade e a prática de tarefas com mais conforto, segurança e saúde nos postos de trabalho e na vida dos colaboradores das organizações. a ergonomia pode ser um fator determinante no bom andamento da produção. Verificou-se a sua importância para que os usos dos conhecimentos adquiridos das habilidades e capacidades humanas auxiliem na identificação dos principais problemas como temperatura, mobiliário, iluminação e suas possíveis soluções, trazendo por meio de métodos ergonômicos confiabilidade a seus processos e a redução do custo das condições inadequadas de trabalho.

Considerando que os processos administrativos atuais tendem a se alocar nas organizações de maneira eficaz e adquirindo uma visão em longo prazo, é correto afirmar que os modelos ergonômicos apresentados de maneira eficiente, colaboram bastante para o melhor rendimento dessas empresas. Desta forma, utilizando-se de uma teoria aprofundada e de pesquisas diretas, analisamos como de fato ocorre essa sinergia entre ergonomia e produção. Tomamos por instrumento de estudo uma empresa de confecção de moda feminina, e assim, foi possível avaliar como um sistema ergonômico de qualidade afeta na produtividade.

A princípio, foi levada em consideração a importância do enfoque ergonômico na atualidade organizacional, como ele vem destrinchando conceitos pré-concebidos em relação à postura nos setores fabris e as vantagens de adaptar-se a um bom modelo de ergonomia. Em seguida, analisaram-se pontos específicos do assunto, como o arranjo físico – um fator crucial para o bom andamento dos processos produtivos – e questões como iluminação, ruído, calor, tendo em vista, as necessárias mudanças em relação à empresa estudada. Por fim, avaliou-se também que os métodos ergonômicos apesar de serem considerados riscos, pois o retorno não é inteiramente garantido, é um investimento que representa uma economia para a empresa, tendo como consequência, a melhoria da saúde do trabalhador. E utilizando dessas ferramentas, foi feito o estudo na organização fabril, detectando as falhas, as possíveis mudanças, a visão estabelecida pela administradora tão quanto pelas colaboradoras, e os meios que poderão acarretar em uma melhor forma de organizar a ergonomia da produção da empresa.

Com base em toda essa fundamentação, pesquisa e análise, conclui-se, portanto que a ergonomia é de fato um fator determinante no bom andamento dos processos fabris, e que ao longo do tempo, ela se torna cada vez mais presente e necessária não somente nas atividades corriqueiras organizacionais, mas em todo o conjunto de procedimentos. A ergonomia é favorável de maneira ampla, por abranger todo o segmento das instalações produtivas e até mesmo administrativas, melhorando o rendimento, e conseqüentemente, a rentabilidade. Pode-se afirmar, assim, que o enfoque ergonômico se traduz atualmente, como mais um instrumento organizacional que produz eficiência e diferencial.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROCHA, Geraldo Celso. Trabalho Saúde e Ergonomia, Juruá . Curitiba: 2012.

MORAES, Ana Maria de. Ergonomia Conceitos e Aplicações: 2AB. Rio de Janeiro: 2009.

ABRANTES, Antônio Francisco. Atualidades em Ergonomia: Logística, Movimentação de Materiais, Engenharia Industrial, Escritórios. São Paulo: IMAM, 2004.

CASTRO, Eduardo. Ergonomia [http://www.engprod.ufjf.br/epd\\_ergonomia/ergonomia\\_introducao.pdf](http://www.engprod.ufjf.br/epd_ergonomia/ergonomia_introducao.pdf)  
Acessado em 30 de Maio de 2009.

CURY, Antony. Organização & Métodos. São Paulo: Atlas, 2000.

IIDA, Itiro. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VIESI, Wladimir Tadeu. Diagnóstico da gestão integrada de riscos de negócios para empresa de base tecnológica produtoras de softwares graduadas pela incubadora tecnológica de Campina Grande/PB: Um estudo de caso. João Pessoa 2008.