

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – UNIJUÍ
VICE-REITORIA DE GRADUAÇÃO – VRG
COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA – CEaD



Coleção Educação a Distância
Série Livro-Texto

Fernanda Pasqualini
Alceu de Oliveira Lopes
Dieter Siedenberg

GESTÃO DA PRODUÇÃO



Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil
2010

© 2010, Editora Unijuí

Rua do Comércio, 1364

98700-000 - Ijuí - RS - Brasil

Fone: (0__55) 3332-0217

Fax: (0__55) 3332-0216

E-mail: editora@unijui.edu.br

Http://www.editoraunijui.com.br

Editor: Gilmar Antonio Bedin

Editor-adjunto: Joel Corso

Capa: Elias Ricardo Schüssler

Designer Educacional: Jociane Dal Molin Berbaum

Responsabilidade Editorial, Gráfica e Administrativa:

Editora Unijuí da Universidade Regional do Noroeste
do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí; Ijuí, RS, Brasil)

Catálogo na Publicação:

Biblioteca Universitária Mario Osorio Marques – Unijuí

L864g

Lopes, Alceu de Oliveira.

Gestão da produção / Alceu de Oliveira Lopes, Dieter
Siedenberg, Fernanda Pasqualini. – Ijuí : Ed. Unijuí, 2010. – 100
p. – (Coleção educação a distância. Série livro-texto).

ISBN 978-85-7429-892-4

1. Administração. 2. Planejamento da produção. 3. Controle
da produção. 4. Sistemas de produção. I. Siedenberg, Dieter. II.
Pasqualini, Fernanda. III. Título. IV. Série.

CDU : 658

658.5

Sumário



| | |
|--|----|
| CONHECENDO OS PROFESSORES..... | 5 |
| UNIDADE 1 – GESTÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES..... | 9 |
| Seção 1.1 – O que é a Gestão da Produção e Operações | 9 |
| Seção 1.2 – Evolução Histórica da Área | 10 |
| Seção 1.3 – Função Produção e Inter-relação com as Demais Áreas da Organização | 15 |
| Seção 1.4 – Atividades da Gestão da Produção e Operações..... | 16 |
| UNIDADE 2 – SISTEMA DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES | 19 |
| Seção 2.1 – Modelo de Transformação “Input – Transformação – Output” | 19 |
| Seção 2.2 – Tipos de Operações de Produção..... | 22 |
| Seção 2.3 – Tipos de Sistemas de Produção | 24 |
| UNIDADE 3 – PROCESSO PRODUTIVO E ARRANJO FÍSICO | 31 |
| Seção 3.1 – Localização Organizacional..... | 31 |
| Seção 3.2 – Arranjo Físico ou <i>Layout</i> | 43 |
| 3.2.1 – Etapas para se Determinar o Arranjo Físico | 45 |
| 3.2.2 – Efeito Volume x Variedade | 47 |
| 3.2.3 – Vantagens e Desvantagens | 48 |
| UNIDADE 4 – ERGONOMIA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO..... | 51 |
| Seção 4.1 – Considerações Gerais..... | 52 |
| Seção 4.2 – Breve Histórico da Ergonomia do Posto de Trabalho..... | 53 |
| Seção 4.3 – A Ergonomia do Posto de Trabalho | 54 |
| 4.3.1 – Posto de Trabalho | 57 |
| 4.3.2 – O Projeto Ergonômico: Tipo e Abrangência..... | 58 |
| 4.3.3 – Objetivos do Projeto Ergonômico..... | 58 |

| | |
|---|----|
| UNIDADE 5 – PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP) | 61 |
| Seção 5.1 – Breve Conceituação do Funcionamento de um PCP | 61 |
| Seção 5.2 – Atividades de Planejamento e Controle da Produção | 62 |
| Seção 5.3 – Previsão de Demanda..... | 65 |
| 5.3.1 – Planejamento de Recursos de Longo Prazo..... | 66 |
| 5.3.2 – Planejamento Agregado de Produção | 66 |
| 5.3.3 – Planejamento Mestre da Produção..... | 67 |
| 5.3.4 – Planejamento de Materiais | 67 |
| 5.3.5 – Planejamento e Controle da Capacidade | 67 |
| 5.3.6 – Programação e Sequenciamento da Produção..... | 68 |
| 5.3.7 – Controle da Produção e Materiais | 69 |
| Seção 5.4 – Sistemas Atualmente Utilizados no PCP..... | 69 |
| 5.4.1 – MRP/MRP II | 69 |
| 5.4.2 – <i>Just in Time</i> – JIT | 72 |
| 5.4.3 – OPT..... | 75 |
| UNIDADE 6 – DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA: | |
| Carga de Máquinas, Equipamentos e Pessoas | 79 |
| Seção 6.1 – Alguns Aspectos Históricos e Fundamentos Teóricos..... | 79 |
| Seção 6.2 – Tipos de Controle..... | 83 |
| Seção 6.3 – Definições Básicas e Exemplos..... | 84 |
| Seção 6.4 – Objetivos da Determinação da Carga de Máquina e da Carga de Mão de Obra..... | 84 |
| Seção 6.5 – Fatores da Carga de Máquina e Carga de Mão de Obra | 85 |
| Seção 6.6 – Determinação da Carga de Máquina e da Carga de Mão de Obra..... | 88 |
| Seção 6.7 – A Inclusão da Produtividade e da Eficiência | 91 |
| Seção 6.8 – Cálculo da Carga de Máquina e Carga de Mão de Obra | 93 |
| REFERÊNCIAS..... | 99 |

Conhecendo os Professores



Alceu de Oliveira Lopes

Sou graduado em Administração de Empresas e Especialista em Administração Estratégica com ênfase na qualidade, ambos os cursos realizados na Unijuí, e mestre em Engenharia de Produção, curso que realizei no PPGEP na Universidade Federal de Santa Maria e concluí em 2001.

Minha vida acadêmica começou em 1996, quando fui convidado a lecionar na Universidade de Cruz Alta – Unicruz – os componentes curriculares de Administração da Produção, Organização, Sistemas e Métodos e Administração de Recursos Humanos. Trabalhei naquela instituição até 2000.

Em 1999 comecei a trabalhar também como docente no Instituto Cenecista de Ensino Superior de Santo Ângelo (Iesa), onde ministrei os componentes curriculares de Logística Empresarial, Organização, Sistemas e Métodos, Modelagem Organizacional, Administração da Produção e Operações e Gestão de Pessoas. Na Unijuí iniciei minhas atividades em 2008 e leciono atualmente as disciplinas de Administração da Produção e Operações.

Minha experiência profissional além da academia começou muito cedo. Por quase 30 anos trabalhei no Grupo Kepler Weber em várias áreas como supervisor, destacando-se as áreas de Logística, Planejamento e Gestão da Qualidade. Esta experiência contribuiu para minha qualificação profissional, uma vez que pude confrontar as teorias com a prática organizacional de uma grande empresa.

Atualmente gerencio uma microempresa de minha propriedade do setor metalmeccânico e comércio de vidros em Panambi. Sou sócio-diretor da Lopes Desenvolvimento Gerencial (LDG), empresa de consultoria em gestão empresarial que fornece serviços na área de planejamento de processos, qualidade, certificações e auditorias nas áreas de Gestão da Qualidade e Ambiental.



Isso responde à pergunta de muitos alunos que questionam se “além de dar aula eu trabalhava”, uma vez que em minhas aulas normalmente estou citando exemplos práticos e fazendo uma correlação com as teorias dos livros que utilizamos como fundamentação teórica.

Posso também afirmar que tenho muito prazer em trabalhar com qualidade, pois atualmente presido o Comitê Regional da Qualidade de Panambi e atuo todos os anos como avaliador e examinador do PGQP e Prêmio Qualidade RS, bem como tenho qualificação como Lead Assessor (Auditor Líder) para as Normas ISO 9000 e ISO 14000.



Dieter Siedenberg

Sou natural de Ijuí (RS), onde cursei primário, ginásio e científico. Um cinquentão, portanto. Concluí os cursos de Graduação em Administração de Empresas e Ciências Contábeis pela Unijuí, ainda no milênio passado. Da mesma forma, realizei e concluí o Mestrado em Planejamento Regional na Universidade de Karlsruhe (Alemanha), como bolsista do DAAD (Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico) entre 1987 e 1990.

Ingressei na carreira acadêmica em 1990, atuando como docente no Departamento de Estudos da Administração (DEAd), da Unijuí. Entre 1990 e 1995 também atuei numa equipe multidisciplinar mantida por esta mesma instituição, dedicada à elaboração de Planos Diretores de Desenvolvimento, bem como aos estudos sobre o tema e assessoria de planejamento para o desenvolvimento de municípios e regiões.

Em 1996 iniciei o Doutorado na Universidade de Tübingen (Alemanha), no Institut für Wirtschaftsgeographie, como bolsista da Capes. Nesta etapa de minha qualificação debruzei-me sobre questões relacionadas ao desenvolvimento regional, concluindo meu Doutorado em 2000.

Após o regresso ao Brasil, retomei as atividades docentes e de pesquisa no DEAd e, pouco tempo depois, passei a atuar também como professor no Programa de Mestrado em Desenvolvimento,

mantido pela Unijuí, a partir de 2002. Concomitantemente passei a atuar como docente do Programa de Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento Regional, mantido pela Unisc, em Santa Cruz do Sul (RS).

Desde então a minha vida acadêmica “entrou no tranco”. Esporadicamente presto assessoria ao Fórum dos Conselhos Regionais de Desenvolvimento do Rio Grande do Sul, uma vez que minhas pesquisas estão direcionadas a questões ligadas ao planejamento e desenvolvimento regional, gestão pública, cidadania e temas afins. Em função disto, publiquei alguns livros, capítulos de livros e artigos e apresentei alguns trabalhos sobre estes temas. Participo ainda de grupos de pesquisa e oriento graduandos, mestrandos e doutorandos sobre assuntos correlatos.

Sou descendente não fanático de alemães (mas também, com esse nome!), casado com Solange Siedenberg, professora, dois filhos (estoque humano repost), todos gremistas. A minha ficha acadêmica está no Lattes, atualizada por força das circunstâncias profissionais. E, se depois de tudo isso a curiosidade ainda não estiver estancada, o negócio é perguntar diretamente...

Fernanda Pasqualini

Nasci na cidade de Ijuí (RS) no dia 19/8/1978. Estudei na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí – de 1996 a 2001, quando me graduei em Administração.

Ainda durante a faculdade cancelei um semestre e fiz uma viagem de intercâmbio para Washington, DC, nos EUA. Esta viagem foi muito importante porque, além de aprimorar os conhecimentos da língua inglesa, proporcionou crescimento pessoal e, mais tarde, profissional.

Com o término da Graduação, senti necessidade de continuar os estudos. Fui, então, a Porto Alegre (RS) e ingressei, em 2003, no curso de Mestrado Acadêmico da Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Foi um período de muito estudo e grandes aprendizados, pois, além dos trabalhos do curso, tive a oportunidade de visitar e conhecer diversas empresas.



Concluí o Mestrado em 2005 e, por estar casada e com uma empresa em parceria com meu esposo Jean Tissot em Porto Alegre (RS), decidi não seguir a carreira acadêmica naquele momento.

Foi assim até 2008. Nesse ano nasceu, no dia 8 de março, Dia Internacional da Mulher, minha filha, a Isabella! O nascimento dela fez repensar algumas prioridades e, como ambos somos naturais de Ijuí e temos as famílias aqui, decidimos voltar à terrinha! O bom filho à casa retorna... Velho ditado!!! Mas sempre novo!!!

Em agosto de 2008, após 7 anos, voltei a morar em Ijuí. Assim que cheguei me inseri na empresa da família, a Construtora Pasqualini, na qual atuo como administradora até hoje. Em janeiro de 2009 surgiu a oportunidade de voltar à vida acadêmica, agora como docente, na Unijuí. Esta nova fase tem sido muito gratificante, pois é muito bom poder retornar à instituição em que me formei e agora fazer parte do processo de formação de novos profissionais!

GESTÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

AS SEÇÕES DESTA UNIDADE

Seção 1.1 – O que é a Gestão da Produção e Operações

Seção 1.2 – Evolução Histórica da Área

Seção 1.3 – Função Produção e Inter-relação com Demais Áreas da Organização

Seção 1.4 – Atividades da Gestão da Produção e Operações

Nesta Unidade iremos introduzir os principais conceitos da Gestão da Produção e Operações, bem como apresentar a evolução da área desde o seu surgimento até os dias atuais. Além disso, vamos discutir sobre as principais atividades e objetivos da função produção e a sua inter-relação com as demais áreas da empresa.

Seção 1.1

O que é a Gestão da Produção e Operações

Na maioria das vezes a designação de Gestão da Produção ou de Administração da Produção é confundida com a atividade fabril. Ao ouvi-la, as pessoas logo imaginam um local cheio de máquinas, pessoas andando de um lado para o outro, produtos sendo fabricados, vagões ferroviários ou caminhões sendo carregados e descarregados e assim por diante. Não resta dúvida que tudo isso tem a ver com a Gestão da Produção, mas a imagem é incompleta. Bancos, hospitais, escolas, aeroportos, que são todas atividades classificadas como serviços, têm também a ver com os conceitos e técnicas que iremos explorar.

Gestão da Produção é a atividade de gerenciamento de recursos escassos e processos que produzem e entregam bens e serviços, visando a atender as necessidades e/ou desejos de qualidade, tempo e custo de seus clientes. Toda organização, vise ela ao lucro ou não, tem dentro

de si uma função de produção, pois gera algum “pacote de valor” para seus clientes que inclui algum composto de produtos e serviços, mesmo que, dentro da organização, a função de produção não tenha este nome.

Pode-se dizer que a gestão da produção é, acima de tudo, um assunto prático que trata de problemas reais, pois tudo o que vestimos, comemos e utilizamos passa de alguma maneira por um processo produtivo (Slack et al., 2008), e organizar este processo eficaz e eficientemente é o objetivo da Gestão da Produção de Bens e Serviços.

Seção 1.2

Evolução Histórica da Área

Na história da humanidade as pessoas que fizeram a diferença foram as que inovaram. Não importa em qual área do conhecimento elas atuavam, o que importa é que elas não se contentaram com o que existia até então, e buscaram descobrir uma nova forma de se fazer as coisas. Foi por meio destas inovações que a humanidade, e tudo que faz parte dela, evoluiu.

A história da indústria não é diferente. Foi por meio das inovações de pessoas que buscavam “algo mais” que os meios de produção evoluíram e proporcionaram grandes melhorias contribuindo para o desenvolvimento da humanidade.

No final do século 14 a produção era caracterizada pelo artesanato. Neste tipo de produção a força de trabalho era altamente qualificada, e muitos trabalhadores progrediam por meio de um aprendizado abrangendo todo um conjunto de habilidades artesanais. Muitos esperavam administrar suas próprias oficinas, tornando-se empreendedores autônomos trabalhando para firmas de montagem.

As organizações eram altamente descentralizadas, ainda que concentradas em uma só cidade. O sistema era coordenado por um proprietário/empresário, em contato direto com todos os envolvidos: consumidores, empregados e fornecedores. Além disso, os produtos eram sempre individualizados e só produzidos sob encomenda.

A produção artesanal pode ser considerada a primeira forma de produção organizada, posto que os artesãos estabeleciam prazos de entrega, conseqüentemente instituindo prioridades, atendiam especificações preestabelecidas e fixavam preços para suas encomendas. Como exemplo de produção artesanal temos a empresa Panhard e Levassor (P&L), que, em 1894, era considerada a principal companhia automobilística no mundo.

A produção da P&L era artesanal, e seus funcionários, que na maioria das vezes trabalhavam como empreiteiros, eram habilidosos artesãos. A empresa tinha um baixíssimo volume de produção (cerca de mil automóveis ou menos por ano, dos quais 50 ou menos com o mesmo projeto, e mesmo entre estes 50 não havia 2 carros idênticos, pois as técnicas artesanais produzem, por sua própria natureza, variações), o que tornava o automóvel extremamente caro (cerca de U\$ 3.000,00).

Este cenário demonstrava que a produção artesanal tinha muitas desvantagens, como os elevados custos de produção, que não diminuam com o volume, fazendo com que somente os mais abastados tivessem automóveis. Além disto, cada carro era na verdade um protótipo que os próprios proprietários acabavam testando, pois a sua consistência e a sua confiabilidade eram ilusórias.

No ano de 1776, James Watt vendeu seu primeiro motor a vapor na Inglaterra (instalado inicialmente em fábricas de artefatos de ferro e aço), disparando assim a chamada Primeira Revolução Industrial e substituindo, gradativamente, a produção artesanal. De acordo com Correa (2003), esta Primeira Revolução Industrial mudou completamente a face da indústria, com uma crescente mecanização das tarefas anteriormente executadas de forma manual.

Avanços tecnológicos importantes facilitaram a substituição de mão de obra por capital e permitiram o desenvolvimento de economias de escala, tornando interessante o estabelecimento de "unidades fabris".

Com isso surgem novos conceitos como:

- padronização dos produtos;
- padronização dos processos de fabricação;
- treinamento e habilitação da mão-de-obra direta;
- criação e desenvolvimento dos quadros gerenciais e de supervisão;
- desenvolvimento de técnicas de planejamento e controle da produção;
- desenvolvimento de técnicas de planejamento e controle financeiro;
- desenvolvimento de técnicas de vendas.

Muitos destes conceitos que hoje nos parecem óbvios não o eram na época. O conceito de padronização de componentes, por exemplo, introduzido por Eli Whitney em 1790, quando conduziu a produção de mosquetes com peças intercambiáveis, forneceu uma grande vantagem operacional aos exércitos. Teve início o registro, por meio de desenhos e croquis, dos produtos e processos fabris, surgindo a função de projeto de produto, de processos, de instalações, de equipamentos, etc.

No fim do século 19 surgiram nos Estados Unidos os trabalhos de Frederick Taylor. Taylor era um estudioso das formas de aumentar a produtividade em processos produtivos. Sua intenção era claramente ligada à eficiência: fazer mais produtos com menos recursos. Para tanto, desenvolveu a chamada Administração Científica, que consiste basicamente em quebrar as tarefas em subtarefas elementares e trabalhar excessivamente para tornar cada uma delas tarefas mais eficiente.

Segundo Martins e Laugeni (1999), a procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de produção, com o objetivo de se obter melhoria da produtividade com o menor custo possível, é ainda hoje o tema central em todas as organizações, mudando-se apenas as técnicas empregadas.

Na década de 1910, Henry Ford começa a desenvolver os princípios da produção em massa, a partir da percepção de um potencial mercado consumidor de baixa renda para automóveis e da constatação de que a produção artesanal não era a melhor maneira de produção para este tipo de consumidor, uma vez que os custos eram elevados. Ford alia os conceitos da intercambiabilidade de peças (de Whitney) à Administração Científica (de Taylor) e acrescenta o conceito de linhas de montagem seriada.

Como resultado consegue produzir produtos padronizados com pouca variedade que, a cada aumento de quantidade de produção, reduz o custo desta, ou seja, consegue economias de escala. Cada vez que aumentava a quantidade produzida, mais diminuía o preço dos seus produtos, e de U\$ 3.000,00 (valor do carro artesanal) um carro Ford passou a custar U\$ 600,00.

“Construirei um carro para as grandes massas, feito com os melhores materiais, pelos melhores homens que puderem ser contratados e seguindo os projetos mais simples que a moderna engenharia puder conceber (...) de preço tão baixo que qualquer homem que ganhe um bom salário seja capaz de possuir – e de desfrutar com a sua família a benção das horas de prazer nos grandes espaços abertos da natureza” – declaração de Henry Ford no início da carreira como produtor de carros (Tedlow, 2002 apud Correa, 2003, p. 46).



Figura 1.1: Modelo Ford T

Fonte: <www.images.google.com.br>.

Dessa forma, Ford conseguiu liderar uma indústria que logo se tornou a maior do mundo, por ter sido o primeiro a dominar os princípios da produção em massa.

Entre as principais características da produção em massa, podemos destacar:

- linhas de montagem;
- posto de trabalho;
- estoques intermediários;
- monotonia do trabalho;
- arranjo físico ou *layout*;
- balanceamento de linha;
- produtos em processo;
- motivação;
- sindicatos;
- manutenção preventiva.

Just in time (JIT)

é um termo amplamente conhecido e aplicado por muitas empresas. Significa produzir “a parte certa no tempo certo e na quantidade certa”.

Kanban

significa quadro de sinalização e tem como objetivo indicar o que, quanto e quando é necessário produzir.

Benchmarking

é a busca das melhores práticas de empresas reconhecidas no mercado com o objetivo de conduzir outra empresa à melhoria de sua performance.

A partir de 1927, último ano de produção do modelo T, Ford defrontou-se com a demanda em queda. Isto ocorreu devido à percepção da General Motors (GM), então liderada por Sloan, de uma nova necessidade de mercado: a variedade. Desta forma, utilizando-se dos mesmos princípios da produção em massa, mas com um aumento na variedade dos produtos, a GM passou a liderar o mercado de automóveis, oferecendo carros de cores e modelos variados com um preço um pouco maior do que Ford.

A produção em massa fez uma revolução na indústria, conseguindo economias de escala (os produtos se tornaram acessíveis a um maior número de pessoas). No decorrer dos anos, no entanto, apareceram as deficiências deste modelo de produção, como a geração de grandes estoques, a padronização dos produtos, a alienação do trabalhador e os altos índices de desperdício.

Neste contexto, a partir dos anos 50, surgia uma nova ideia de produção capaz de suprir as necessidades de ampla variedade e curta vida útil dos produtos, de qualidade assegurada, de trabalho de acordo com a demanda e redução dos custos. Desta forma, irrompe o Sistema Toyota de Produção (STP), que começou a ser desenvolvido a partir de uma visita de Eiji Toyoda, filho do fundador e então diretor da Toyota, à fábrica Rouge da Ford nos Estados Unidos.

Toyoda voltou de lá com a certeza de que não poderia introduzir o modelo de produção americano (produção em massa) no Japão, devido às diferenças culturais, econômicas e geográficas e também por perceber alguns dos problemas daquele tipo de produção. Sendo assim, o Sistema Toyota de Produção – STP –, foi desenvolvido instintivamente por Taiichi Ohno, o então engenheiro de produção da Toyota, pela necessidade de atender à demanda.

Entre as principais características do STP, podemos citar:

- **just in time;**
- **kanban;**
- fluxo e nivelamento da produção;
- eliminação de desperdícios;
- células de produção;
- melhoria contínua;
- **benchmarking.**

O STP foi o modelo de produção que originou a chamada produção enxuta.

A produção enxuta pode ser considerada uma espécie de "ocidentalização" do STP, na medida em que trouxe seus princípios e ferramentas para a realidade das empresas ocidentais, a fim de transformar empresas baseadas na produção em massa em empresas "enxutas", para sobreviver em tempos de variedade e restrição.

Ao longo desse processo de modernização da produção, cresceu em importância a figura do cliente, em nome do qual tudo se tem feito. Pode-se dizer que a procura da satisfação do consumidor é que tem levado as organizações a se atualizarem com novas técnicas de produção, cada vez mais eficazes, eficientes e de alta produtividade.

É tão grande a atenção dispensada aos clientes que este, em muitos casos, já especifica em detalhes o "seu" produto, sem que isso atrapalhe os processo de produção, tamanha a flexibilidade. Assim, estamos caminhando para a produção customizada, que, sob certos aspectos, é um retorno à produção artesanal, sem a figura do artesão, mas aliada às modernas técnicas e tecnologias da produção em massa e da produção enxuta.

Seção 1.3

Função Produção e Inter-relação com as Demais Áreas da Organização

A função produção na organização representa a reunião de recursos destinados à produção de seus bens e serviços. Qualquer organização possui uma função produção porque produz algum tipo de bem e/ou serviço. Nem todos os tipos de organizações, necessariamente, entretanto, denominam assim a função produção.

Embora a função produção seja central para a organização (porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência), não é a única nem, necessariamente, a mais importante. Todas as organizações possuem outras funções com suas responsabilidades específicas. Embora essas funções tenham sua parte a executar nas atividades da organização, são (ou devem ser) ligadas com a função produção por objetivos organizacionais comuns.

Slack et al. (2008) afirmam que, embora diferentes organizações possam definir estruturas organizacionais e funções distintas, basicamente as principais funções de uma organização, além da função produção, são:

- a função marketing;
- a função contábil-financeira;
- a função desenvolvimento de produtos/serviços.

Além disso, destaca as seguintes funções que suprem e apóiam a função produção:

– a função recursos humanos;

– a função compras;

Atividades das funções de algumas organizações

| Atividades funcionais típicas | Igreja | Universidade | Fabricante de móveis |
|---|---|--|---|
| Marketing | Convocação de Fiéis | Desenvolvimento de folhetos explicativos Despacho dos folhetos pelo correio Preparação de feiras de recrutamento | Propaganda em revistas Determinação de política de preço Venda a lojas |
| Contabilidade e Finanças | Contabilização de contribuições Administração de recursos | Pagamento de professores e funcionários Monitoramento dos gastos Recebimento de anuidades | Pagamento a funcionários Pagamento de fornecedores Preparação de orçamentos Administração de caixa |
| Desenvolvimento de produto e serviço | Busca do significado da existência Interpretação Escrituras | Desenvolvimento de novos cursos Desenvolvimento de programas de pesquisa | Design de novos móveis Coordenação com cores/tendências da moda |
| PRODUÇÃO | Celebrações diversas, como casamentos, missas, balizados | Transmissão de conhecimento Condução de pesquisas | Fabricação de componentes Montagem dos móveis |
| Recursos Humanos | Treinamento de padres, pastores | Treinamento de funcionários Avaliação de desempenho | Recrutamento de funcionários Treinamento de funcionários |
| Compras | Compra de material de consumo Desenvolvimento de fornecedores de vestimentas | Compra de equipamentos Compra de material de consumo | Compra de matérias-primas, madeira, etc. Compra de tecidos para forração |

Figura 1.2: Atividades das Funções de Algumas Organizações

Fonte: Adaptado de Slack et al. (2008)

Para qualquer organização que deseje ser bem-sucedida a longo prazo, a contribuição da função produção é vital, pois ela dá à organização uma “vantagem baseada em produção”.

Seção 1.4

Atividades da Gestão da Produção e Operações

Os responsáveis pela função produção possuem alguma responsabilidade por todas as atividades da organização que contribuem para a produção efetiva de bens e serviços. Assim, eles possuem tanto responsabilidades diretas (relativas especificadamente à produção) quanto indiretas (relativas ao restante da empresa).

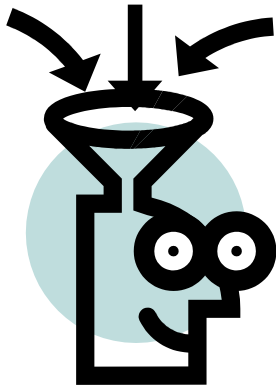
Entre as responsabilidades diretas estão:

- o entendimento dos objetivos estratégicos da produção, ou seja, saber o que se está tentando atingir;
- o desenvolvimento de uma estratégia de produção, ou seja, desenvolver um conjunto de princípios que orientem as tomadas de decisão em direção aos objetivos da organização a longo prazo;
- a elaboração de um projeto de produtos, serviços e processos de produção, ou seja, definir a forma física, o aspecto e a composição física dos produtos, serviços e processos;
- o planejamento e o controle da produção, ou seja, decidir sobre o melhor emprego dos recursos de produção, assegurando, assim, a execução do que foi previsto;
- a melhoria do desempenho da produção, ou seja, sempre procurar uma maneira de fazer melhor!

E entre as responsabilidades indiretas estão:

- informar as demais áreas da organização sobre as oportunidades e as restrições fornecidas pela capacidade instalada da produção;
- discutir com as demais áreas sobre como os planos da produção e os demais planos da organização podem ser modificados para benefício geral;
- encorajar as demais áreas a dar sugestões para que a função produção possa prestar melhores "serviços" à estas áreas.

Por fim, como objetivo principal da função produção, podemos afirmar que é usar eficientemente seus recursos e produzir bens e serviços de maneira que satisfaça a seus clientes. Além disso, ser criativa, inovadora e vigorosa para introduzir formas novas e melhoradas de produzir bens e serviços de modo a proporcionar à organização vantagem competitiva e meios de sobrevivência a longo prazo. Ou seja, resultar em GANHOS para a organização!!!



SÍNTESE DA UNIDADE 1

Ao término desta Unidade certamente você deverá entender que a função produção existe em todo tipo de empresa, seja ela uma indústria ou uma prestadora de serviços; a função produção, que é quem produz os bens ou serviços da organização, é vital para qualquer negócio e tem uma relação direta com as demais áreas da empresa; e que, ao longo do tempo, a Gestão da Produção e Operações evoluiu de um modelo de produção artesanal para um modelo de produção em massa, e hoje estamos no chamado modelo de produção enxuta.

SISTEMA DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

AS SEÇÕES DESTA UNIDADE

Seção 2.1 – Modelo de Transformação “*Input* – Transformação – *Output*”

Seção 2.2 – Tipos de Operações de Produção

Seção 2.3 – Tipos de Sistemas de Produção

Esta Unidade apresenta o que é um sistema de produção e operações, quais os tipos de sistemas tanto na indústria quanto em serviços e quais as principais características de cada um deles.

Seção 2.1

Modelo de Transformação “*Input* – Transformação – *Output*”

Um sistema de produção pode ser considerado como um processo que recebe entradas (*Inputs*) e as transforma em saídas (*Outputs*) com valor inerente.

Independente da operação produzir um bem ou um serviço, ela faz isso por meio de um processo de transformação. Por transformação entende-se o uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo para produzir os produtos/serviços (*outputs*). Assim sendo, qualquer atividade de produção pode ser vista conforme o modelo *input*-transformação-*output* (Slack et. al., 2008).

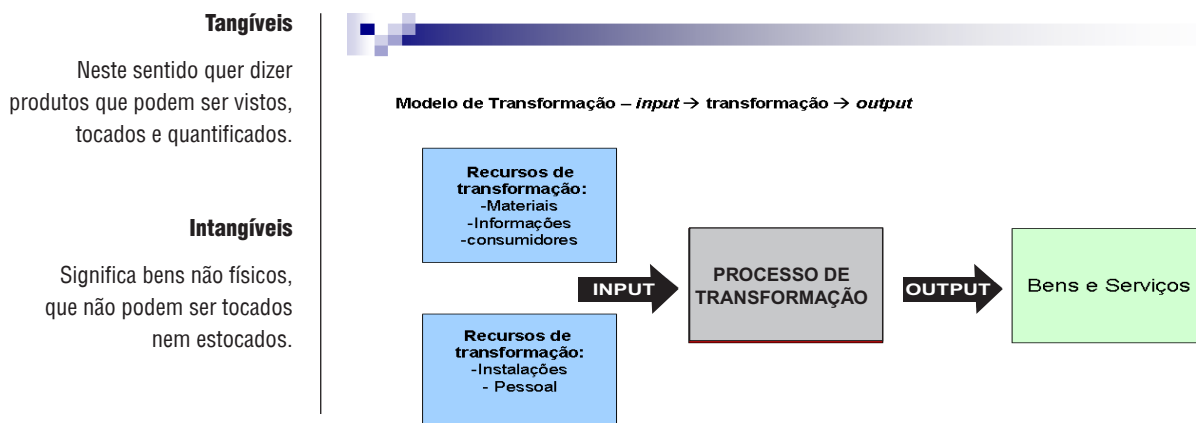


Figura 2.1: Modelo de Transformação – *Input* – Transformação – *Output*

Fonte: Adaptado de Slack et al., 2008.

Nos sistemas de produção de manufatura as entradas e as saídas são **tangíveis** e a transformação é física, e o cliente ou consumidor final normalmente não participa do processo de transformação em si, pois recebe o produto depois de pronto.

Já nos sistemas de operações de serviços, as entradas e saídas podem ser **intangíveis** e as transformações podem ser não físicas. O cliente ou consumidor faz parte do processo de transformação, posto que os serviços só ocorrem quando o cliente o solicita. Como exemplo podemos citar o atendimento de um plantão médico em um hospital.

O hospital está sempre pronto para receber os pacientes, mas o serviço em si só inicia quando o paciente chega. Independentemente do tipo de serviço (um atendimento simples, uma cirurgia, exames), o paciente está a todo momento participando do processo de transformação e, em muitos aspectos, está sendo transformado pelo serviço prestado.

Na figura a seguir temos alguns exemplos de operações descritas em termos do Modelo de Transformação. Aproveite o espaço em branco para preencher com informações da empresa que você trabalha ou que você conhece.



Algumas operações conforme Modelo de Transformação

| Operação | Input | Transformação | Output |
|----------------------------|--|--|---|
| Linha Aérea | Aeronave Pilotos e equipe de bordo Equipe de terra Passageiros | Movimentação de passageiros e cargas ao redor do mundo | Passageiros e cargas transportados |
| Polícia | Policiais Sistema de computador Informações públicas | Prevenção de crimes Solução de crimes Prisão de criminosos | Sociedade protegida Público com sentimento de segurança |
| Zoológico | Funcionários Animais Ambientes simulados Visitantes | Exibição de animais Educação de visitantes Procriação de animais | Visitantes entretidos Visitantes informados Espécies não extintas |
| Porto de containers | Navios e cargas Funcionários Equipamentos de movimentação de <i>containers</i> | Movimentação de cargas do navio para o cais e vice-versa | Navios carregados ou descarregados |
| | | | |

Figura 2.2: Operações conforme Modelo de Transformação

Fonte: Adaptado de Slack et al., 2008.

Os recursos de *input* podem ser classificados como recursos de transformação (instalações e funcionários) que agem em direção aos recursos transformados (materiais, informações e clientes) que são, de algum modo, transformados pela produção.

O processo de transformação tem relação direta com o tipo de *input*. Neste sentido, pode ser predominantemente processador de:

Materiais – operações de manufatura, armazéns, serviços postais, empresas de transporte rodoviário.

Informações – contadores, bancos, empresas de pesquisa, analistas financeiros, serviço de notícias, etc.

Clientes/Consumidores – cabeleireiros, hotéis, transporte rápido de massa, teatro.

Geralmente os *outputs* são um composto de bens e serviços, embora algumas operações sejam produtoras de bens puros ou de serviços puros. Podem ser definidos conforme as características a seguir:

- Tangibilidade – em geral, os bens físicos são tangíveis e os serviços intangíveis.
- Estocabilidade – bens são estocáveis e serviços não estocáveis.
- Transportabilidade – bens físicos podem ser transportados enquanto serviços não.
- Simultaneidade – *timing* de produção. Os bens físicos são quase sempre produzidos antes de o cliente recebê-los, ou mesmo vê-los. Os serviços, entretanto, são frequentemente produzidos simultaneamente ao seu consumo.
- Contato com o cliente – os consumidores têm baixo nível de contato com as operações que produzem os bens. No caso dos serviços, é o contrário.
- Qualidade – em razão de os consumidores não verem, em geral, a produção dos bens físicos, julgarão a qualidade da operação com base nos próprios bens. Nos serviços, entretanto, pelo cliente participar da operação, ele não julga a qualidade apenas pelo resultado do serviço, mas também por aspectos da sua produção.

Seção 2.2

Tipos de Operações de Produção

Já vimos que as operações são similares entre si na forma de transformar recursos de *input* em *output* de bens e serviços. Agora veremos algumas diferenças entre as operações e quais as implicações destas diferenças.

Segundo Slack et al., (2008), há 4 dimensões, os chamados 4Vs da Produção, que podem ser usados para distinguir diferentes operações. São elas: volume de *output*, variedade de *output*, variação da demanda do *output* e grau de contato com o cliente envolvido na produção do *output*.

A posição de uma organização em cada uma dessas dimensões determinará muitas das características de sua produção como: sistematização, padronização, repetições, grau de tarefa de processamento assumido individualmente pelos funcionários, flexibilidade e, acima de tudo, o custo unitário da produção de bens e serviços.

DIMENSÃO VOLUME

A produção e venda de hambúrgueres é um exemplo. O volume de produção do McDonald's tem implicações importantes na maneira como a produção está organizada. Olhe atrás do balcão de uma lanchonete e a primeira coisa que você percebe é o grau de repetição das tarefas que as

peças estão fazendo. Em função dessa repetição, frequentemente faz sentido a especialização de tarefas: um pessoa designada para fritar os hambúrgueres, outra para montar os sanduíches, etc.

Isso possibilita a sistematização do trabalho, pela qual os procedimentos padrões serão estabelecidos em um manual, com instruções de como cada parte do trabalho deve ser realizada. A implicação mais importante do alto volume é a obtenção de custos unitários baixos: os custos fixos de produção, como aluguel, ar condicionado, etc., são diluídos em um grande número de produtos ou serviços.

Comparando com um pequeno restaurante que serve alguns pratos rápidos, a variedade de itens no cardápio pode ser similar a uma grande operação, mas o volume será consideravelmente menor. Dessa forma, o grau de repetição também será menor. Além disso, o número de funcionários será menor e cada funcionário provavelmente executará maior variedade de tarefas.

DIMENSÃO VARIEDADE

Uma empresa de táxi oferece grande variedade de serviços. Pode restringir-se ao transporte de pessoas e bagagens, estando preparada para buscá-las em qualquer lugar e levá-las para outro. Pode, ainda, a determinado preço, fazer o roteiro que você escolher.

A variedade do serviço oferecido permite atender bem às necessidades de seus clientes. Isso, contudo, tem seu preço. O custo por km rodado será mais alto para um táxi do que para uma forma de transporte como um serviço de ônibus.

DIMENSÃO VARIAÇÃO

Consideremos o padrão de demanda de um hotel resort bem-sucedido nas férias de verão. Não constitui surpresa o fato de muitos clientes preferirem o hotel na época de verão à de inverno. Possivelmente o hotel poderia, no pico da temporada, desejar acomodar o dobro de hóspedes que sua capacidade permite se tivesse espaço disponível.

Se a demanda fora da estação for apenas uma pequena fração de sua capacidade, entretanto, poderá até considerar o fechamento em períodos de demanda muito fraca. A implicação de tal variação nos níveis de demanda é que a operação deve, de alguma forma, mudar sua capacidade.

DIMENSÃO VISIBILIDADE

Significa quanto da operação é exposta ao cliente, ou seja, qual o contato do cliente com a operação.

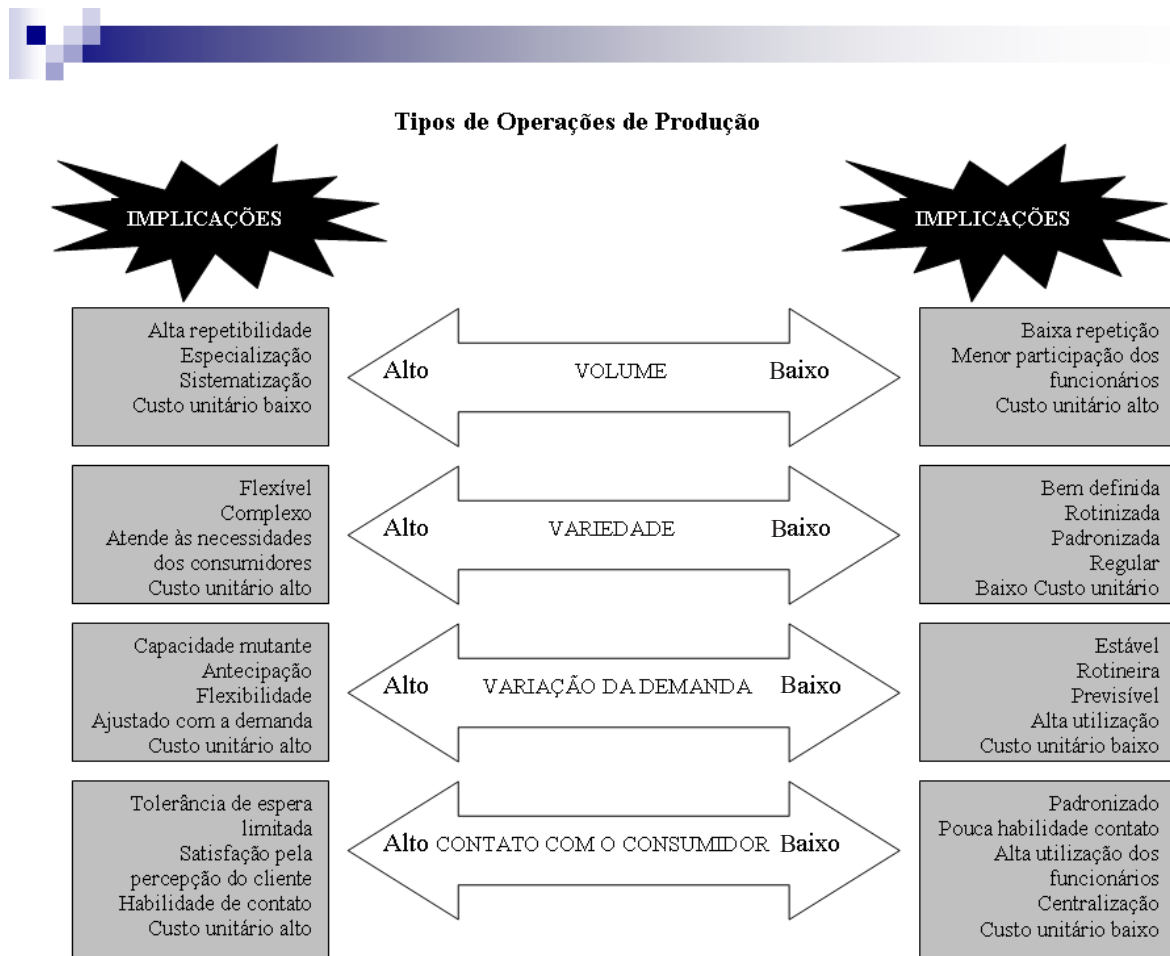


Figura 2.3: Tipos de Operações de Produção

Fonte: Adaptado de Slack et al., 2008.

Seção 2.3

Tipos de Sistemas de Produção

Existem diversas maneiras de apresentar as classificações dos sistemas de produção. De modo geral, no entanto, todos os critérios que servem como base para as classificações relacionam-se com os elementos do modelo: *input* – transformação – *output*.

Para segmentar a atividade manufatureira de serviço, Slack et al., (2008) fracionam a classificação anteriormente referida em dois tópicos:

TIPOS DE SISTEMA DE PRODUÇÃO NA MANUFATURA

Destacam-se cinco tipos de produção em termos de manufatura, buscando correlacionar com o volume de produção e com a variedade de produtos a serem manufaturados.

Processos de Projeto

- Cada produto tem recursos dedicados exclusivamente para ele;
- Bastante customizados;
- Períodos longos de manufatura;
- Exemplos: navios, túnel sobre o Canal da Mancha.

Processos de Jobbing

- Alta variedade de tipos de produtos e baixos volumes de produção;
- Cada produto deve compartilhar os recursos de operação com diversos outros;
- Os processos de jobbing produzem mais itens e usualmente menores se comparados aos processos de projeto;
- Exemplos: restauradores de móveis, alfaiates, gráfica que produz ingressos.

Processos em Lotes ou Bateladas

- As operações acabam se repetindo, pelo menos enquanto se produz o lote;
- Não tem o mesmo grau de variedade que os processos de jobbing;
- Exemplos: alimentos congelados, peças para automóveis, produção de roupas.

Processos de Produção em Massa

- Em alguns casos são literalmente ininterruptos;
- Alto volume e variedade estreita;
- Cada produto deve compartilhar os recursos de operação com diversos outros;
- Exemplos: automóveis, TVs, eletrodomésticos, CDs.

Processos Contínuos

- Maiores quantidades e menores variedades se comparados aos processos de produção em massa;
- Exemplos: petroquímica, eletricidade, siderúrgicas.

A Figura a seguir ilustra esta classificação e a relação volume x variedade:

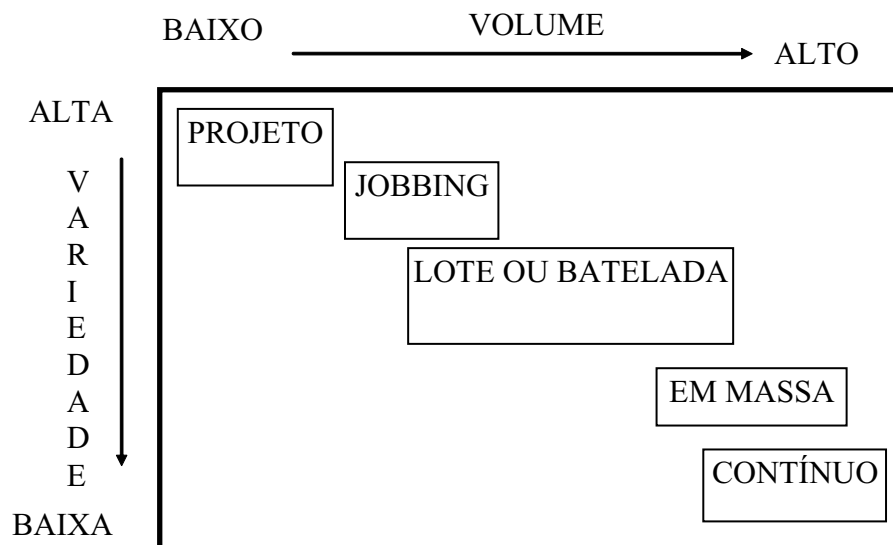


Figura 2.4: Tipos de Produção e Correlação Entre Volume de Produção e Variedade de Produtos

Fonte: Salck et al., 2008.

TIPOS DE SISTEMA DE PRODUÇÃO EM OPERAÇÕES DE SERVIÇOS

Os serviços classificam-se em três tipos de produção, utilizando a mesma correlação em termos de volume e variedade.

Serviços Profissionais

- Baseados nas pessoas, não em equipamentos. Orientados para o processo;
- Alta customização;
- Muito tempo de pessoal é despendida no atendimento;
- O pessoal de contato possui considerável autonomia;
- Exemplos: consultores, advogados, arquitetos, cirurgiões, engenheiros.

Lojas de Serviços

- O serviço é proporcionado por combinações de atividades dos escritórios da linha de frente e da retaguarda, pessoas, equipamentos e ênfase no produto/processo.
- Exemplos: bancos, *shopping-centers*, lojas comerciais, aluguel de carros, hotéis, escolas.

Serviços de Massa

- Muitas transações de clientes.
- Menor customização.
- Tempo de pessoal é limitado.
- Baseados em equipamentos e orientados para o produto.
- O pessoal, em geral, não profissional, provavelmente tem uma divisão de trabalho precisamente definida.
- Exemplos: supermercados, aeroportos, serviços de telecomunicações, livrarias, emissoras de TVs, polícia.

A Figura a seguir ilustra esta classificação:

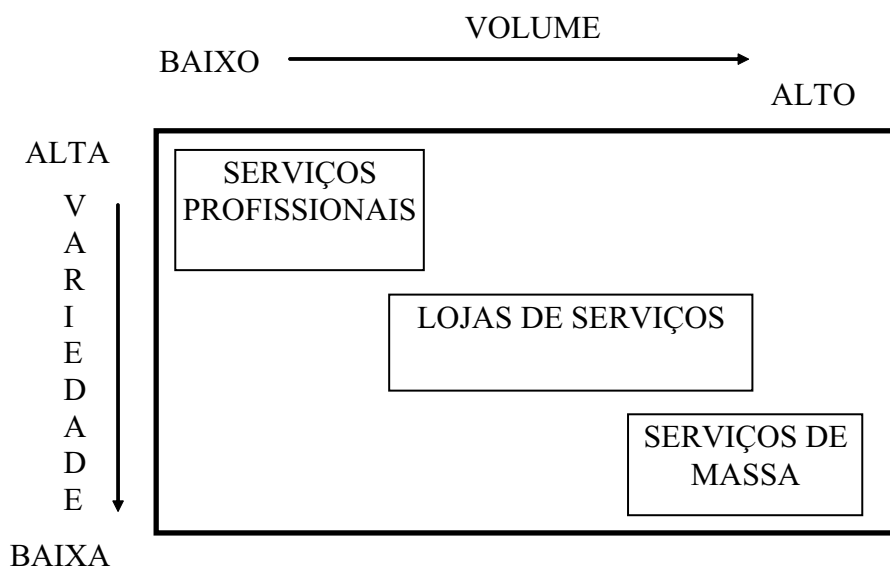


Figura 2.5: Tipos de Produção de Serviços e Correlação Entre Volume e Variedade de Serviços

Fonte: Slack et al., 2008.

Diferentes autores apresentam outros tipos de classificações que, embora tenham denominações um pouco diferentes, têm como base a mesma ideia.

Russomano (1979) e Rocha (1995) destacam e caracterizam três tipos de produção, a saber:

Contínua

- Uma indústria pode ser considerada do tipo contínuo se o tempo de preparação dos equipamentos é pequeno em relação ao tempo de operação.
- Exemplo: indústria de processo, como o químico e a petroquímica, papel, cimento e alimentos.

Intermitente

- Refere-se aos casos em que uma dada preparação é usada por um período pequeno e, logo em seguida, alterada para produzir outra operação. Neste caso, o tempo de preparação é, em geral, grande em relação ao tempo de operação. Não existe, no entanto, relação definida entre os dois. Dependendo do programa de produção ou da quantidade a ser produzida, uma dada preparação pode ser utilizada durante minutos ou horas.
- Exemplo: móveis, eletrodomésticos, máquinas, autopeças, motores elétricos...

Intermitente Repetitiva ou em Série

- No caso de fabricação de artigos padronizados em lotes repetitivos, os quais serão colocados em lojas de revendedores à disposição dos consumidores. Eventualmente um mesmo modelo de produto acabado é produzido ao longo de anos, sofrendo apenas alterações de forma, assemelhando-se, portanto, à produção contínua.
- Exemplo: móveis, eletrodomésticos, máquinas, autopeças, motores elétricos.

Intermitente sob Encomenda

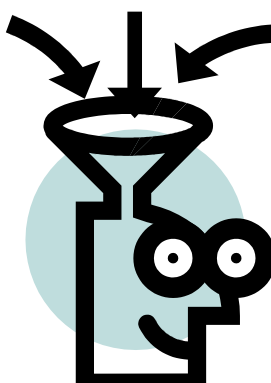
- No caso de fabricação de artigos especiais especificados pelo consumidor (cliente), quando a produção somente inicia-se após o recebimento do pedido de compra, uma vez que dificilmente o mesmo produto terá sua produção repetida, quer para o mesmo ou para outro cliente.
- Exemplo: móveis sob encomenda, edificações, navios.

O Quadro a seguir apresenta algumas diferenças entre os tipos básicos de produção.

| | Tipo contínuo | Tipo intermitente |
|----------------------------|---|--|
| Exemplos | Indústrias químicas, usina de aço, linhas de montagem. | Máquinas pesadas, equipamentos, bens de consumo durável, navios. |
| Previsão de vendas | Relativamente fácil para um período de um ano ou mais. | Em geral para poucos meses. |
| Projeto do produto | Estudado com grande detalhe antes de iniciar a produção; alterações pouco frequentes no projeto. | É frequentemente alterado durante a produção; o produto é projetado para ser executado com equipamento disponível |
| Equipamento | Especialmente projetado; poucos ajustes das máquinas; necessita grande manutenção preventiva; a carga de trabalho das máquinas é uniforme. | Do tipo universal; ajustes muito frequentes; carga de trabalho das máquinas sujeita a variações. |
| Movimentação dos materiais | Altamente mecanizado; distâncias pequenas; equipamento com propósito único; material movido continuamente de uma operação para a próxima. | Feito com equipamento flexível; geralmente com pouca repetição, necessita de corredores e passagens entre os equipamentos; é necessário instruir sobre "o quê" e "para onde" mover. |
| Material | Consumo pouco variável de material, mínimo de material em processamento, sem "bancos" entre as operações. | Materiais de grande variedade se acumulam, geralmente, em cada operação; estoque relativamente grande. |
| Pessoal | Operários pouco especializados executam sempre a mesma operação; pessoal altamente qualificado planeja o processo e estuda o produto. | Operários especializados têm trabalho variado; há necessidade de determinar a cada dia que trabalhos o pessoal deverá executar. |
| Operações | São frequentes as operações altamente repetitivas. | Operações muito variadas requerem instruções frequentes. |
| Outras características | Visualiza-se facilmente o fluxo de produção; tem consumo garantido em pontos de venda; o custo de produção pode ser previamente estimado; normalmente produz bens de consumo. | Tempo de preparação maior em relação à operação; produção inicia após previsão de vendas; maior dificuldade de fixar métodos-padrão de trabalho; normalmente produz bens de capital. |

Quadro 2.1: Diferenças Entre os Tipos Básicos de Produção

Fonte: Os autores.



SÍNTESE DA UNIDADE 2

Ao término desta Unidade certamente você deverá saber que um sistema de produção pode ser considerado como um processo que recebe entradas (*input*) que são transformadas em produtos ou serviços (*outputs*) por meio de um processo de transformação, e que, apesar de todas as operações produzirem seus bens e serviços por meio de um sistema de produção (*input*-transformação-*output*), a forma de transformar esses bens e serviços varia bastante. Aí temos os diferentes tipos de sistema de produção que, para a manufatura, são: projeto, jobbing, lotes ou bateladas, produção em massa e processos contínuos; e para os serviços são: serviços profissionais, loja de serviços e serviços de massa.

Unidade 3



PROCESSO PRODUTIVO E ARRANJO FÍSICO

AS SEÇÕES DESTA UNIDADE

Seção 3.1 – Localização Organizacional

Seção 3.2 – Arranjo Físico ou *Layout*

Nesta Unidade estudaremos sobre o processo de escolha da melhor localização para instalar uma atividade produtiva e, ainda, a melhor forma de organizar internamente as suas máquinas e equipamentos, bem como seus fluxos de pessoas.

Seção 3.1

Localização Organizacional

“Nenhum procedimento pode garantir que tenha sido escolhido o melhor local. A ideia é evitar a escolha de um lugar desastroso.”

Esta afirmação induz, de certa forma, à ideia de que um estudo para instalação de uma organização qualquer envolve um grau de complexidade considerável, uma vez que traduz em seu conteúdo uma ilustração de dificuldade enquanto possibilidade de se concluir que um determinado local é o perfeito para a localização da referida organização.

Na realidade, um estudo desta natureza, dependendo do tipo de empresa, das pretensões e de uma série de condicionantes e critérios, envolve inúmeras variáveis e características a serem contempladas e que, portanto, não podem ser ignoradas, sob pena de correr riscos de se chegar a conclusões desastrosas quanto à escolha do “melhor local”.

Nos dias de hoje, ao nível global, observa-se uma dinâmica importante no que diz respeito à busca de mercado por parte das organizações, resultando em constantes investimentos nos mais variados locais do planeta. Este fenômeno tem induzido países, cidades e estados a buscarem

atrair estes investimentos embasando-se nos mais inusitados artifícios. Neste contexto, estudos de localização têm estado cada vez mais presentes no cotidiano socioeconômico mundial, e vêm assumindo um caráter estratégico no âmbito das organizações.

IMPORTÂNCIA DA LOCALIZAÇÃO

Referindo-se ao varejo, Lord Seif, chefe da Marks and Spencer, citado por Slack et al. (1997), organização varejista sediada no Reino Unido, afirma que: "Há três coisas importantes no varejo: localização, localização e localização." A localização também é importante para outros tipos de organizações: bombeiros, hospital, entretenimento, entre outras.

Um aspecto importante, objeto de discussão, diz respeito a quem deve caber tal estudo: equipe externa, equipe interna da empresa ou equipe mista. A equipe interna, embora não tenha conhecimento específico no assunto, conhece a realidade e a cultura da empresa. Já a equipe externa tem este conhecimento específico sobre estudos de localização, porém desconhece a cultura da organização. Optando-se por equipe mista, pode-se agregar as vantagens das duas anteriores e amenizar as fragilidades das mesmas. Trata-se, portanto, de buscar um equilíbrio.

Quanto ao grau de dificuldade no estudo (flexibilidade), pode-se fazer um comparativo entre organizações produtoras de bens e serviço. No caso de bens, estes podem ser produzidos, armazenados e transportados até os clientes. Já os serviços são consumidos no ato, ou seja, produzidos e consumidos simultaneamente, portanto parecem ser mais sensíveis à localização.

PERSPECTIVAS EM TERMOS DE LOCALIZAÇÃO E INVESTIMENTOS

Embora alguns autores afirmem que a tendência em termos de investimentos para a instalação de novas organizações, sobretudo as ligadas à manufatura, é de evitar as megalópolis devido ao alto custo da área nestes espaços e a dificuldade de funcionários se locomoverem até o local de trabalho, recentemente o que se observa é a instalação de empresas não nas grandes cidades, mas em cidades circunvizinhas a estas. Dada à dinâmica conjuntural global, no entanto, a qual se mostra extremamente turbulenta e instável, parece quase uma heresia afirmar categoricamente tendências acerca de perspectivas de localização.

Em termos de decisões organizacionais quanto à estratégia de se expandir, a empresa deve levar em conta duas alternativas: aumentar as instalações existentes e construir outra unidade em outro local.

A primeira alternativa possui a vantagem de diluir, até certo limite, os custos fixos e administrativos, e a segunda melhora a distribuição e permite maior flexibilidade no atendimento aos mercados locais. Moreira (2002) alerta que, de qualquer forma, tanto para as empresas novas quanto para as já existentes, as decisões sobre localização levam a um compromisso de longo prazo, especialmente no caso de indústrias, que exigem grandes esforços de projeto e instalação, que podem durar vários anos. Desnecessário dizer que o impacto sobre os custos e as receitas é bastante significativo.

FINALIDADES, CONTEXTOS E COMPLEXIDADES DAS DECISÕES DE LOCALIZAÇÃO

A finalidade do estudo de localização, sob o critério econômico, é encontrar o lugar que permita, pelo menor custo total, transformar as matérias-primas em produtos acabados ou serviços e transportá-los aos consumidores. Assim, o critério decisivo é o critério comparativo entre as diversas localidades sob o ponto de vista econômico, além desta finalidade sugerir uma limitação ao nível de manufatura de bens.

Outros critérios, no entanto, podem ser relevantes dependendo das especificidades da organização. Assim sendo, a decisão em termos de escolha de uma nova localização organizacional é marcada por um nível de dificuldade importante, envolvendo a avaliação de inúmeros fatores, conduzindo a reflexões eternas nos custos de produção, fonte de matéria-prima, desperdício e qualificação de mão de obra, custo da expansão, aparecimento de novos mercados, atração por isenção de impostos, políticas internas e tendências econômicas, entre outras variáveis.

Neste sentido, de acordo com Slack et al. (2008), pode-se destacar dois grupos de fatores de influência: influência do lado do fornecimento de insumos para a operação e influência do lado da demanda de bens e serviços.

Referente à influência quanto ao fornecimento de insumos (influência sobre os custos), pode-se elencar fatores como custos de mão de obra, em que se deve considerar a produtividade da mesma, bem como taxas de câmbio quando se avalia diferentes países, custos da terra, custos de energia, sobretudo no caso de organizações que usam grande quantidade de energia, como produtoras de alumínio, custo de transporte, no caso de transporte de insumos e bens produzidos, e fatores de comunidade, que são os que influenciam os custos de uma operação e que derivam do ambiente social, político e econômico do local, como impostos locais, restrições de movimentação de capital, assistência financeira do governo, estabilidade política, assistência de planejamento do governo, atividades locais em relação a investimentos estrangeiros, língua, disponibilidade de serviços, histórico de relações trabalhistas, absenteísmo da mão de obra, restrições ambientais, entre outros do gênero.

Em se tratando de demanda (influência sobre a receita), pode-se citar fatores como a habilidade da mão de obra, como no caso de parques tecnológicos/incubadoras, que se recomenda posicionar próximo de universidades em função da qualificação dos recursos humanos destas organizações e da demanda de clientes potenciais (universitários); a imagem do local em si, citando o caso dos ternos de Savile Row (famosa rua de Londres notabilizada por ternos de qualidade) ou roupas de Milão, a adequação do local ao tipo de negócio pretendido, como no caso da instalação de um hotel luxuoso focado no turismo, o qual logicamente deve ser pensado em local paradisíaco; e a conveniência para clientes, citando o caso típico da instalação de um hospital, que deve posicionar-se próximo ao público a ser atendido.

Uma decisão importante no mundo empresarial, citado por Slack et al. (1997), deu-se quando da definição de um novo projeto para a EURO DISNEY. Apesar das experiências bem-sucedidas na Califórnia, Flórida e Japão (1983), a Walt Disney Corporation esteve diante de um dilema quanto à decisão de construir um parque temático na EUROPA, ou seja, construir castelos falsos num continente cheio de castelos verdadeiros.

Uma vez decidido pela Europa, dois locais passaram a ser objetos de análise, a Espanha e a França. A Espanha possui melhor clima, mas a França possui mais fácil acesso, melhor infraestrutura, área de menor valor e isenção de impostos, fatores que pesaram a favor da opção pela França. Um fator não previsto foi a hostilidade dos meios de comunicação franceses, acusando o empreendimento de "agressão cultural" ou "imperialismo cultural".

Outro exemplo importante de localização é o grande volume de investimentos japoneses no Reino Unido. De um total de 700 empresas japonesas na Europa, 200 estão no Reino Unido, 120 na França, 110 na Alemanha e 60 na Espanha. Algumas possíveis razões para esta tendência dizem respeito ao apoio financeiro do governo inglês para as primeiras empresas, à existência de regiões de alto desemprego, embora com tradição industrial, à criação de massa crítica e cultura japonesa em regiões inglesas, que acabaram polarizando investimentos posteriores, além da qualidade de vida e custo de mão de obra mais em conta.

Referindo-se a razões que sugerem mudanças de local, pode-se segmentar tais razões em alterações na demanda de bens e serviços e alterações na oferta de recursos para a operação. No caso de alterações na demanda de bens e serviços, surgem três opções para o caso de manufatura: aumentar a estrutura existente, construir nova unidade desativando a original e construir nova unidade mantendo a original.

Para o processamento de clientes é mais complicado, pois, em geral, operações desta natureza não podem escolher expandir-se no mesmo local, posto que praticamente não estariam agregando maior potencial mercadológico com uma nova estrutura no local original. Já em se tratando de alterações na oferta de recursos para a operação, pode-se citar aspectos como o esgotamento de matéria-prima (mineração), custo de mão de obra e terreno atual muito caro.

Por fim, pode-se afirmar que razões como o aparecimento de novos mercados, a concorrência entre manufaturas locais e o produto transportado de fonte afastada, a limitação ou esgotamento da matéria-prima no local atual, o custo exagerado da expansão local, a atração exercida por matérias-primas pouco dispendiosas, a atração exercida pela isenção de impostos e obtenção de financiamentos a longo prazo, são potenciais fontes de mudanças de localização.

PASSOS E NÍVEIS DE DECISÃO NO PROCESSO DE ESCOLHA

Os seguintes passos referenciais podem ser elencados na definição localizacional:

1. Definir o objetivo da localização e as variáveis a ele ligadas;
2. Identificar o critério de escolha importante;
3. Quantitativo: econômico;
4. Qualitativo: menos tangível;
5. Descrever os objetivos para o critério na forma de um modelo: ponto de equilíbrio, programação linear e análise de fator qualitativo, entre outros;
6. Criar os dados necessários e usar os modelos para avaliar os locais alternativos;
7. Escolher o local que melhor satisfaça ao critério.

Em se tratando de níveis geográficos de escolha, um estudo pode obedecer à seguinte hierarquia:

- Escolha de região ou país;
- Escolha de área dentro de região ou país;
- Escolha de um local específico ou área.

3.1.1 – Técnicas de Estudo de Localização

Embora os gerentes de produção precisem exercer um nível de julgamento considerável na escolha de localizações alternativas, há algumas técnicas sistemáticas e quantitativas que podem ajudar no processo de decisão. Neste texto são descritas algumas:

MÉTODO DA PONTUAÇÃO PONDERADA

Também denominado de Análise do Fator Qualitativo, este procedimento envolve, em primeiro lugar, a identificação de critérios que podem ser usados para avaliar as diversas localizações. Em segundo lugar, envolve a importância relativa de cada critério e a atribuição de fatores de ponderação (pesos) para cada um deles. O terceiro passo é avaliar cada localização segundo cada critério.

Avaliar segundo esta sistemática consiste, portanto, na ponderação de fatores qualitativos e quantitativos, ou seja, é a atribuição de valores quantitativos a todos os critérios relacionados com cada alternativa de decisão e computar o peso relativo de cada uma para efeito de comparação. Esta avaliação permite que o tomador de decisão injete suas próprias preferências (valores) em uma decisão de local, abrangendo tanto fatores quantitativos quanto qualitativos.

Exemplo: uma empresa irlandesa que imprime e faz materiais de embalagens especiais para a indústria farmacêutica decidiu construir uma nova fábrica em algum lugar do Brasil, a fim de oferecer um serviço rápido a seus clientes no Mercosul. Para escolher o local, decidiu avaliar todas as alternativas em relação a diversos critérios. Esses critérios são o custo do local, os impostos locais sobre propriedades, a disponibilidade de mão de obra com capacitação adequada, o acesso do local à rede de rodovias e o potencial do local para expansões futuras. Após consulta a seus agentes imobiliários, a empresa identificou três cidades que pareciam bem aceitáveis: Ajuricaba, Braga e Catuípe. A equipe de técnicos da empresa também analisou cada local e elaborou o Quadro a seguir com a pontuação ponderada de cada local:

| CRITÉRIOS | PONDERAÇÃO DA IMPORTÂNCIA | PONTUAÇÃO: 0 A 100 | | |
|-------------------------|---------------------------|--------------------|------------|------------|
| | | LOCAIS | | |
| | | AJURICABA | BRAGA | CATUÍPE |
| Custo do local | 4 | 80 | 65 | 60 |
| Impostos locais | 2 | 20 | 50 | 80 |
| Disponibilidade de MO | 1 | 80 | 60 | 40 |
| Acesso a autoestradas | 1 | 50 | 60 | 40 |
| Acesso a aeroporto | 1 | 20 | 60 | 70 |
| Potencial para expansão | 1 | 75 | 40 | 55 |
| TOTALIZAÇÃO | 10 | 585 | 580 | 605 |

Quadro 3.1: Método de Pontuação Ponderada

Fonte: Os autores.

MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE

O transporte não adiciona valor ao produto, apenas onera-o. Este método, também denominado de Transporte, objetiva otimizar a lógica do transporte de produtos entre unidades produtoras e consumidoras, ou seja, a minimização dos custos de transporte. É baseado na ideia de que todas as localizações possíveis têm um "valor" que é a soma de todos os custos de transporte de e para aquela localização. A melhor localização, a que minimiza os custos, é representada pelo que, em uma analogia física, seria o centro de gravidade (CG) ponderado de todos os pontos de e para onde os bens são transportados.

Exemplo: uma empresa que opera quatro lojas de artigos para jardinagem fora da cidade decidiu manter todos os estoques de produtos em um único armazém. Cada loja, em vez de manter grandes estoques de produtos, fará seus pedidos ao pessoal do armazém, o qual enviará estoques de reposição para cada loja conforme for necessário.

A localização de cada loja é mostrada no mapa da Figura a seguir. A grade de referência é superposta ao mapa. As coordenadas do centro de gravidade (CG) da localização com menor custo para o armazém, x_g e y_g , são dadas pelas fórmulas:

$$X_{cg} = \frac{\sum (X_i \cdot V_i)}{\sum V_i} \qquad Y_{cg} = \frac{\sum (Y_i \cdot V_i)}{\sum V_i}$$

onde:

$x_{i=}$ coordenada x da fonte ou destino i;

$y_{i=}$ coordenada y da fonte ou destino i;

$V_{i=}$ a quantidade a ser vendida de ou para a fonte ou destino i;

Cada uma das lojas tem um tamanho distinto e diferentes volumes de vendas. Em termos do número de caminhões de produtos vendidos cada semana, o Quadro a seguir mostra as vendas das quatro lojas:

| Lojas | Vendas por semana (cargas de caminhão) |
|--------------|--|
| A | 5 |
| B | 10 |
| C | 12 |
| D | 8 |
| TOTAL | 35 |

Quadro 3.2: Demanda Semanal (em cargas de caminhão) de Cada uma das Quatro Lojas

Fonte: Os autores.

Localização pelo centro de gravidade para o armazém das lojas de jardinagem:

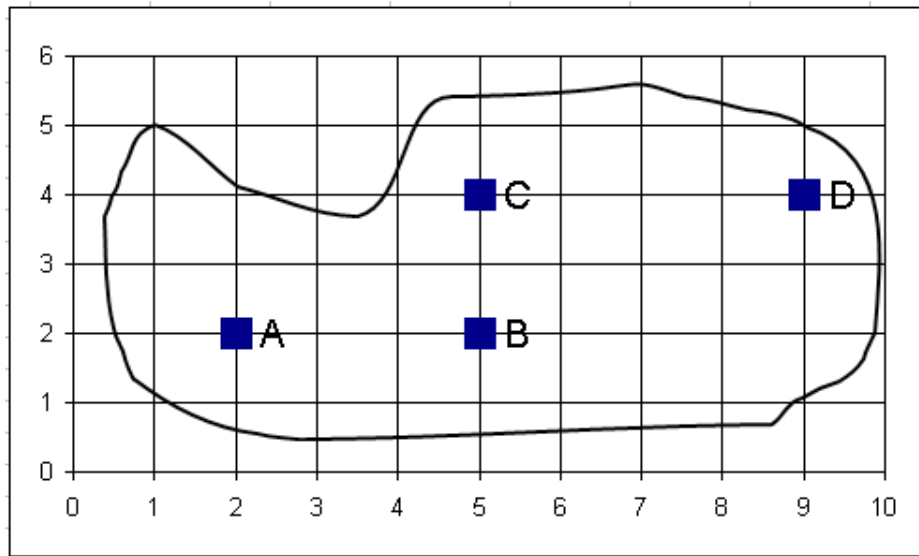


Figura 3.1: Centro de Gravidade

Fonte: Os autores.

$$x_{cg} = \frac{(2 \times 5) + (5 \times 10) + (5 \times 12) + (9 \times 8)}{35} = 5,48$$

$$y_{cg} = \frac{(2 \times 5) + (2 \times 10) + (4 \times 12) + (4 \times 8)}{35} = 3,14$$

Logo, a localização de custo mínimo para o armazém é o ponto (5,48; 3,14).

MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE/CUSTO

Martins e Laugeni (1999), acrescentam a variável custo na utilização do método do CG.

Exemplo: Na rede a seguir, MP é o ponto de fornecimento de matérias-primas e PA é um ponto de consumo de produtos acabados. A localização horizontal (LH) e a localização vertical (LV) são calculadas como:

$$\text{LH ou LV} = \frac{\sum(\text{custo de transporte} \times \text{distância} \times \text{volume})}{\sum(\text{custo de transporte} \times \text{volume})}$$

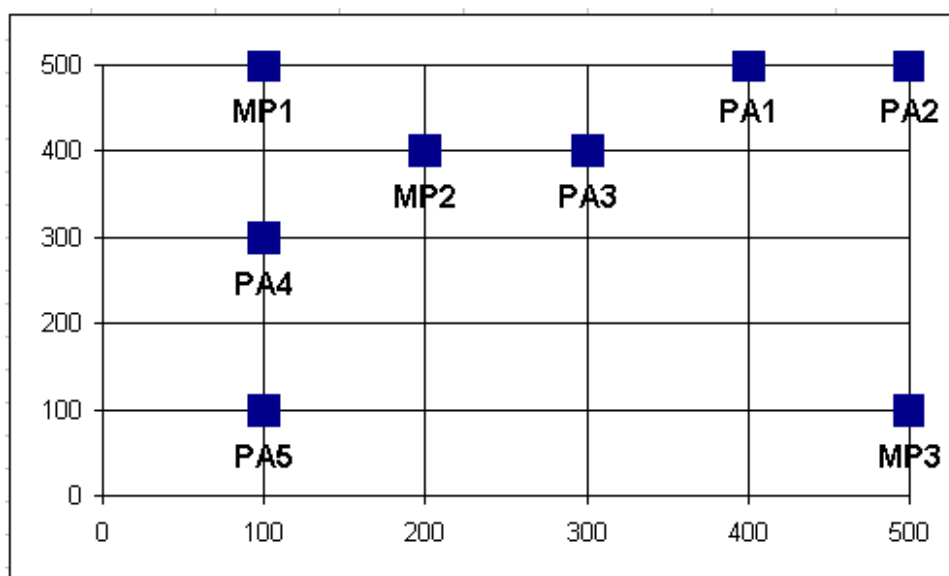


Figura 3.2: Localização dos Empreendimentos

Fonte: Os autores.

| Local | Quantidade (ton.) | Custo de transporte (R\$/ton./Km) | Localização | |
|-------|-------------------|-----------------------------------|-------------|----------|
| | | | horizontal | vertical |
| MP 1 | 200 | 3 | 100 | 500 |
| MP 2 | 400 | 2 | 200 | 400 |
| MP 3 | 300 | 2 | 500 | 100 |
| PA 1 | 150 | 4 | 400 | 500 |
| PA 2 | 300 | 3 | 500 | 500 |
| PA 3 | 50 | 5 | 300 | 400 |
| PA 4 | 250 | 4 | 100 | 300 |
| PA 5 | 50 | 3 | 100 | 100 |

Quadro 3.3: Dados do Empreendimento: quantidades – custo – localização

Fonte: Os autores.

$$LH = \frac{(200.3.100) + (400.2.200) + (300.2.500) + (150.4.400) + (300.3.500) + (50.5.300) + (250.4.100) + (50.3.100)}{(200.3) + (400.2) + (300.2) + (150.4) + (300.3) + (50.5) + (250.4) + (50.3)}$$

$$Lh = 285,70$$

$$LV = \frac{(200.3.500) + (400.2.400) + (300.2.100) + (150.4.500) + (300.3.500) + (50.5.400) + (250.4.300) + (50.3.100)}{(200.3) + (400.2) + (300.2) + (150.4) + (300.3) + (50.5) + (250.4) + (50.3)}$$

$$Lv = 376,50$$

A melhor localização para determinada empresa, portanto, será: CG (285,70; 376,50).

ANÁLISE DO PONTO DE EQUILÍBRIO LOCALIZACIONAL

É um método em que são comparadas diferentes localidades em função dos custos totais de operação (custos fixos + custos variáveis). Aplica-se a situações em que há produtos únicos, custos fixos constantes e custos variáveis lineares. Para tal, necessita-se da determinação do ponto de intersecção entre as retas que representam a evolução dos custos de cada local estudado. Tudo isto no sistema de coordenadas cartesianas.

Inicialmente representamos as retas dos custos totais para cada localidade. O primeiro ponto de cada reta de custo é calculado para a quantidade $Q=0$ e é o próprio custo fixo de cada localidade. A partir disso, pode-se calcular o custo total para qualquer quantidade.

Com cada reta representada podemos calcular o ponto de intersecção das retas. Este ponto representa que para uma determinada quantidade os custos de produção de dois locais são iguais.

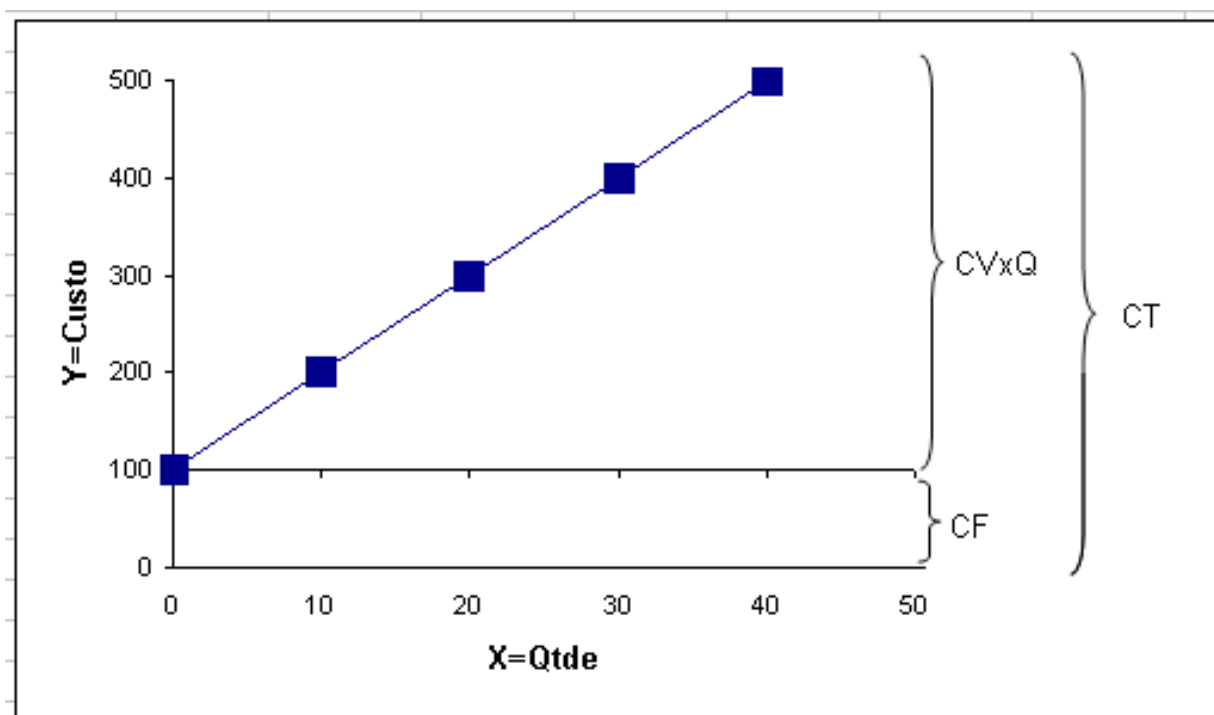


Figura 3.3: Explicação dos Custos Fixos, Variáveis e Totais na Produção

Fonte: Os autores.

Para tanto, precisamos das seguintes fórmulas:

$$CT = CF + (CV \times Q)$$

Sendo:

CT = Custo Total

CF = Custo Fixo

CV = Custo variável

Q = Quantidade

$$L = GT - CT$$

Sendo:

L = Lucro

GT = Ganho Total

CT = Custo Total

$$GT = PV \times Q$$

Sendo:

GT = Ganho Total

PV = Preço de Venda

Q = Quantidade

Ponto de Intersecção entre "A" e "B":

$$Y_A = Y_B$$

$$CTA = CTB$$

Exemplo: Uma empresa reduziu a provável localização de sua nova fábrica a três localidades: A, B e C. Com os dados de custos fixos e custos variáveis, determine a melhor localização.

| LOCAL | CUSTO FIXO POR ANO : R\$ | CUSTO VARIÁVEL POR UNIDADE: R\$ |
|-------|--------------------------|---------------------------------|
| A | 15.000,00 | 7,50 |
| B | 20.000,00 | 5,00 |
| C | 40.000,00 | 2,50 |

Quadro 3.4: Custos Fixos e Variáveis de Três Localidades Distintas

Fonte: Os autores.

Preço produto: R\$ 13,00/unidade

ACHAR: a) O local mais econômico para 6.000 unidades produzidas;

b) Lucro esperado em cada local;

c) Fazer o gráfico;

d) Para quais volumes de produção cada local é melhor.

RESPOSTAS:

a) Custo total (CT) = Custo Fixo + (Custo Variável X Unidades Produzidas)

$$CT_A = 15.000,00 + (7,50 \times 6.000) = R\$ 60.000,00$$

$$CT_B = 20.000,00 + (5,00 \times 6.000) = R\$ 50.000,00$$

$$CT_C = 40.000,00 + (2,50 \times 6.000) = R\$ 55.000,00$$

b) LUCRO (L): Ganho Total (PVxQ)– Custos Totais

$$L_A = (6.000 \times 13,00) - 60.000,00 = R\$ 18.000,00$$

$$L_B = (6.000 \times 13,00) - 50.000,00 = R\$ 28.000,00$$

$$L_C = (6.000 \times 13,00) - 55.000,00 = R\$ 23.000,00$$

c)

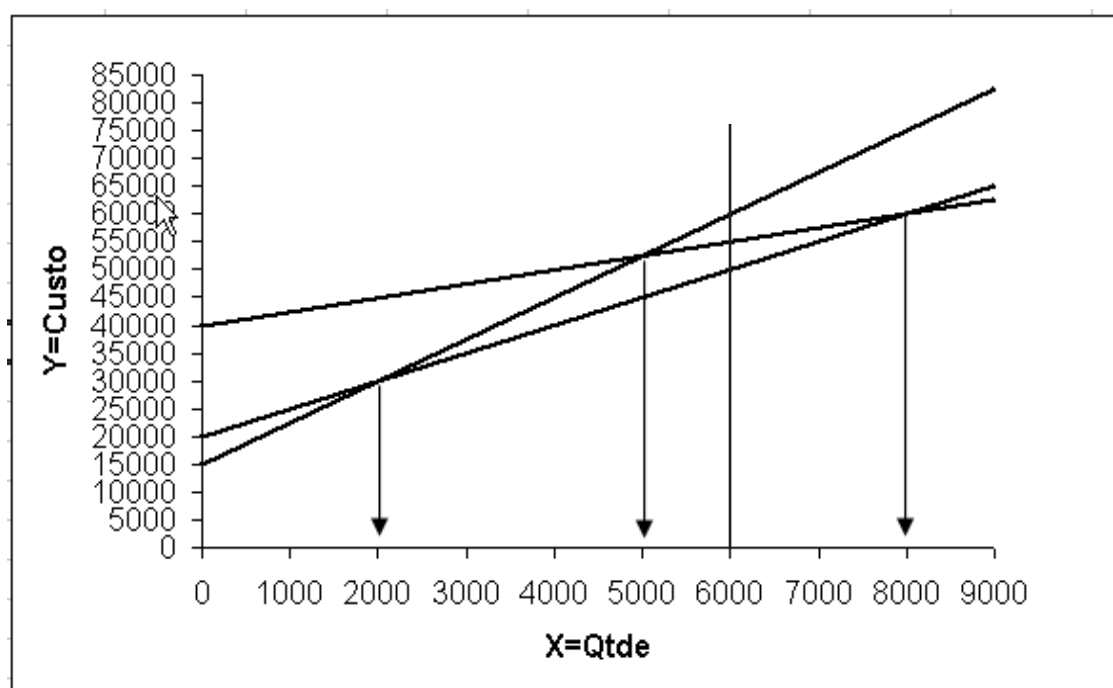


Figura 3.4: Custos Localizacionais de A, B e C de acordo com o Volume de Produção

Fonte: Os autores.

$$d) \boxed{Y_A = Y_B}$$

$$CT = CF + (CV \times Q)$$

$$CT_A = CT_B$$

$$CT_A = 15.000,00 + (7,50 \times Q)$$

$$CT_B = 20.000,00 + (5,00 \times Q)$$

$$15.000,00 + (7,50 \times Q) = 20.000,00 + (5,00 \times Q)$$

$$7,50 \times Q - 5,00 \times Q = 20.000,00 - 15.000,00$$

$$2,50 \times Q = 5.000,00$$

Q = 2.000 → Nesta quantidade o custo de produção no local A ou no local B é o mesmo!

$$CT_A = 15.000,00 + (7,50 \times Q)$$

$$CT_C = 40.000,00 + (2,50 \times Q)$$

$$15.000,00 + (7,50 \times Q) = 40.000,00 + (2,50 \times Q)$$

Q = 5.000 → Nesta quantidade o custo de produção no local A ou no local C é o mesmo!

$$CT_B = 20.000,00 + (5,00 \times Q)$$

$$CT_C = 40.000,00 + (2,50 \times Q)$$

$$20.000,00 + (5,00 \times Q) = 40.000,00 + (2,50 \times Q)$$

Q = 8.000 → Nesta quantidade o custo de produção no local B ou no local C é o mesmo!

O local A é o melhor para uma produção de até 2 mil unidades. O local B é o melhor local para uma produção de 2.001 até 7.999 mil unidades e o local C é o melhor local para uma produção acima de 8 mil unidades.

Seção 3.2

Arranjo Físico ou *Layout*

O arranjo físico (ou *layout*) de uma operação produtiva preocupa-se com a localização física dos recursos de transformação. Definir o arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. O arranjo físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua "forma" e aparência. É aquilo que a maioria das pessoas nota quando entra pela primeira vez em um lugar.

Também determina a maneira segundo a qual os recursos transformados – materiais, informações e clientes – fluem por meio da operação. Mudanças relativamente pequenas na localização de uma máquina numa fábrica ou dos bens em um supermercado, ou a mudança de salas em um centro esportivo, podem afetar o fluxo de materiais e pessoas com a operação. Isto, por sua vez, pode afetar os custos e a eficácia geral da produção.

De acordo com Slack et al. (2008), existe uma série de razões pelas quais as decisões de arranjo físico são importantes:

- ➔ Arranjo físico é frequentemente uma atividade difícil e de longa duração devido às dimensões físicas dos recursos de transformação movidos;
- ➔ O rearranjo físico de uma operação existente pode interromper seu funcionamento suave, levando à insatisfação do cliente ou a perdas de produção;
- ➔ Se o arranjo físico (examinado *a posteriori*) está errado, pode levar a padrões de fluxo excessivamente longos ou confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, tempos de processamento desnecessariamente longos, operações inflexíveis e altos custos;
- ➔ A mudança de arranjo físico pode ser difícil e cara e, portanto, os gerentes de produção podem relutar em fazê-la com frequência;
- ➔ Ao mesmo tempo, a consequência de qualquer mau julgamento na definição de arranjo físico terá um efeito considerável de longo prazo na operação.

Entre os principais objetivos de um bom arranjo físico podemos destacar:

- a) Proporcionar segurança inerente: o que significa que todos os processos que podem representar perigo, tanto para a mão de obra quanto para os clientes, não devem ser acessíveis a pessoas não autorizadas. Saídas de incêndio devem ser claramente sinalizadas com acesso desimpedido. Passagens devem ser claramente marcadas e mantidas livres;
- b) Manter a extensão do fluxo: o fluxo de materiais, informações ou clientes deve ser canalizado pelo arranjo físico de forma a atender aos objetivos da operação. Em muitas operações, isso significa minimizar as distâncias percorridas pelos recursos transformados, embora isto nem sempre ocorra, pois os supermercados gostam de garantir que os clientes passem por determinados produtos em seu trajeto dentro da loja;
- c) Possibilitar a clareza de fluxo: todo o fluxo de materiais e clientes deve ser sinalizado de forma clara e evidente para consumidores e para a mão de obra. Operações de serviço, em geral, usam roteiros sinalizados, como alguns hospitais que usam faixas pintadas no chão com diferentes cores para indicar o roteiro para os diferentes departamentos;

- d) Proporcionar o conforto da mão de obra: ou seja, ela deve ser alocada para locais distantes de partes barulhentas ou desagradáveis da operação. O arranjo físico deve prover um ambiente de trabalho bem ventilado, iluminado e, quando possível, agradável;
- e) Facilitar a coordenação gerencial: a supervisão e coordenação devem ser facilitadas pela localização da mão de obra e dispositivos de comunicação;
- f) Possibilitar o acesso: o que significa que todas as máquinas, equipamentos e instalações devem estar acessíveis para permitir adequada limpeza e manutenção;
- g) Fazer o uso do espaço: todos os arranjos físicos devem permitir uso adequado do espaço disponível da operação;
- h) Ter flexibilidade de longo prazo: os arranjos físicos devem ser mudados periodicamente à medida que as necessidades de operação mudam. Um bom arranjo físico terá sido concebido com as potenciais necessidades futuras da operação em mente.

3.2.1 – Etapas Para se Determinar o Arranjo Físico

Segundo Martins e Laugeni (1999) e Slack et al. (2008), as principais etapas para se determinar o arranjo físico são:

- 1) Analisar sobre o que se pretende que o arranjo físico propicie. Neste caso, são os objetivos estratégicos da operação que devem ser muito bem compreendidos.
- 2) Selecionar o tipo de produção de manufatura ou serviço (conforme apresentado na unidade 1), considerando a característica volume (a quantidade de produtos e/ou serviços produzidos/oferecidos) e variedade (a variedade de produtos e/ou serviços produzidos/oferecidos).
- 3) Selecionar o arranjo físico básico, ou seja, a forma geral do arranjo de recursos produtivos da operação.

Na prática, a maioria dos arranjos físicos deriva de apenas quatro tipos básicos de arranjo físico e um tipo de produção não necessariamente implica um tipo básico de arranjo físico em particular.

Para Slack et al. (2008), os quatro tipos básicos de arranjo físico são: posicional, por processo, celular e por produto.

ARRANJO FÍSICO POSICIONAL

Também conhecido como arranjo físico de posição fixa. Neste caso, os recursos transformadores é que se movem entre os recursos transformados, ou seja, em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por meio de uma operação, quem sofre o processamento fica estacionário, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se da e para a cena do processamento na medida do necessário.

Como exemplo em serviços temos uma cirurgia de coração, restaurante de alta classe do tipo “a la carte”, manutenção de computador de grande porte.

ARRANJO FÍSICO POR PROCESSO

É assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo de operação dominam a decisão sobre o arranjo físico. No arranjo por processo, processos similares são localizados juntos um do outro. Isto se deve à conveniência para a operação de mantê-los juntos, pois dessa forma a utilização dos recursos transformadores é beneficiada. Isso significa que, quando produtos, informações ou clientes fluírem com a operação, eles percorrerão um roteiro de processo a processo, de acordo com as suas necessidades. Diferentes produtos ou clientes terão diferentes necessidades e, portanto, percorrerão diferentes roteiros por meio da operação. Por esta razão, o padrão de fluxo na operação será bastante complexo.

Como exemplo em serviços, temos o caso dos hospitais, onde alguns processos (como aparelhos de raio x e laboratórios) são necessários a um grande número de diferentes tipos de pacientes, e alguns processos (como alas gerais) podem atingir altos níveis de utilização de recursos (leitos e equipe de atendimento). Os supermercados também são outro exemplo, onde alguns processos, como a área que dispõe de vegetais e enlatados, oferecem maior facilidade na reposição dos produtos se mantidos agrupados, produtos refrigerados. Outro exemplo é uma biblioteca.

ARRANJO FÍSICO CELULAR

É aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para se movimentar para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender as suas necessidades imediatas de processamento se encontram. A célula em si pode ser organizada segundo um arranjo físico por processo ou por produto.

Como exemplo tem-se a área para produtos específicos em supermercados, pois alguns clientes usam o estabelecimento apenas para comprar lanches na hora do almoço (salgadinhos, refrigerantes, etc.). Estes, em geral, são localizados juntos, de forma que o cliente que está comprando seu almoço não precise procurá-lo pelo supermercado todo.

Outro exemplo é uma loja de departamentos, que tem como *layout* predominante por processos (pois cada área – calçados, roupas, livros, etc. – pode ser considerada um processo separado dedicado a vender um tipo particular de produto) e a exceção é o setor de esportes, que pode ser considerado uma loja dentro da loja, dedicada a vender vários tipos de produto com um tema comum: esporte.

ARRANJO FÍSICO POR PRODUTO

Envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente, segue um roteiro pré-definido no qual a sequência de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Este é o motivo pelo qual às vezes este tipo de arranjo físico é chamado de arranjo físico em “fluxo” ou em “linha”. O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito claro e previsível no arranjo físico por produto, o que faz dele um arranjo relativamente fácil de controlar. Como exemplo, tem-se os restaurantes *self service* ou um programa de vacinação em massa.

Além de cada tipo de arranjo físico, também existem os arranjos físicos mistos. Isto porque muitas operações ou projetam arranjos físicos mistos, que combinam elementos de alguns ou de todos os tipos básicos de arranjo físico ou, alternativamente, usam tipos básicos de arranjo físico de forma “pura” em diferentes partes da operação.

Por exemplo, um hospital normalmente seria arranjado conforme os princípios do arranjo físico por processo – cada departamento representando um tipo particular de processo (departamento de radiologia, salas de cirurgia, laboratórios, etc.). Ainda assim, dentro de cada departamento, diferentes tipos de arranjo físico são utilizados. O departamento de radiologia é provavelmente arranjado por processo, as salas de cirurgia segundo um arranjo físico posicional e o laboratório conforme um arranjo físico por produto.

3.2.2 – Efeito Volume x Variedade

Os exemplos anteriores dos quatro tipos básicos de arranjo físico mostram que o fluxo de materiais, informações e clientes dependerá bastante da específica configuração de arranjo físico escolhido. A importância do fluxo para uma operação dependerá de suas características

de volume e variedade. Quando o volume é baixo e a variedade é relativamente alta, o “fluxo” não é uma questão central. Já com volumes maiores e variedade menor, o fluxo dos recursos transformados torna-se uma questão mais importante que deve ser tratada pela decisão referente a arranjo físico.

A decisão sobre qual tipo de arranjo físico adotar raramente envolve uma escolha entre os quatro tipos básicos. As características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha, grosso modo, a uma ou duas opções. A decisão sobre qual arranjo físico escolher é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um (Slack et al., 2008).

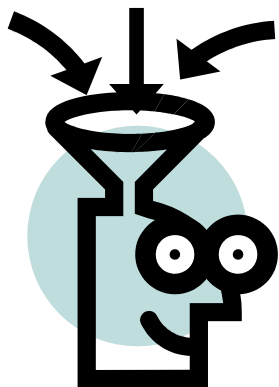
3.2.3 – Vantagens e Desvantagens

Para Slack et al. (2008), cada tipo de *layout* possui suas vantagens e desvantagens, conforme apresentado no quadro a seguir:

| | Vantagens | Desvantagens |
|-------------------|--|--|
| Posicional | Flexibilidade de <i>mix</i> e produto muito alta. Produto ou cliente não movido ou perturbado. Alta variabilidade de tarefas para a mão de obra. | Custos unitários muito altos. Programação de espaço ou atividades pode ser complexa. Pode significar muita movimentação de equipamentos e mão de obra. |
| Processo | Alta flexibilidade de <i>mix</i> e produto. Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas. Supervisão de equipamento e instalações relativamente fácil. | Baixa utilização de recursos. Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes. Fluxo complexo pode ser difícil de controlar. |
| Celular | Pode dar um bom compromisso entre custo e flexibilidade para operações com variedade relativamente alta. Atravessamento rápido. Trabalho em grupo pode resultar em melhor motivação. | Pode ser caro reconfigurar o arranjo físico atual. Pode requerer capacidade adicional. Pode reduzir níveis de utilização dos recursos. |
| Produto | Baixos custos unitários para altos volumes. Dá oportunidade para especialização de equipamento. Movimentação de clientes e materiais conveniente. | Pode ter baixa flexibilidade de <i>mix</i> . Não muito robusto contra interrupções. Trabalho pode ser repetitivo. |

Quadro 3.5: Vantagens e Desvantagens dos Tipos Básicos de *Layout*

Fonte: Adaptado de Slack et al., 2008, p. 214.



SÍNTESE DA UNIDADE 3

Ao término desta Unidade certamente você deverá ter aprendido sobre a importância e as dificuldades de um estudo de localização (ou realocação) organizacional. Este estudo tem como objetivo identificar qual o melhor local para se instalar uma empresa, uma indústria ou qualquer tipo de negócio, considerando uma série de variáveis, mas sem nunca deixar de pensar no custo do local.

Além disso, deverá entender o que é arranjo físico ou *layout*, que trata das questões de organização interna da empresa, de modo que os fluxos de trabalho sejam claros, com o mínimo de interrupções, e, ainda, que atendam tanto as necessidades dos trabalhadores quanto dos clientes/consumidores.

Unidade 4



ERGONOMIA E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

AS SEÇÕES DESTA UNIDADE

Seção 4.1 – Considerações Gerais

Seção 4.2 – Breve Histórico da Ergonomia do Posto de Trabalho

Seção 4.3 – A Ergonomia do Posto de Trabalho

Nesta Unidade vamos estudar sobre o tema ergonomia e organização do trabalho e suas relações com as atividades industriais que envolvem o uso de recursos de máquinas, equipamentos e mão de obra necessários à execução das atividades produtivas numa empresa.

Esta Unidade se propõe a abordar um assunto extremamente importante dentro do contexto das organizações, mais especificamente nas indústrias de transformação, quando cada vez mais as exigências legais estão sendo postas em prática para as pessoas que executam atividades operacionais e mesmo administrativas. Assim, vamos procurar conceituar esses processos de uma forma prática para um bom entendimento de como isso afeta o desempenho das pessoas e organizações.

Tendo como premissa, portanto, que a conquista da qualidade dos produtos ou serviços e o aumento da produtividade só será possível com a qualidade de vida no trabalho, a questão da ergonomia no posto de trabalho e do sistema de produção não é mais apenas uma necessidade de conforto e segurança, mas sim uma estratégia para a empresa sobreviver no mundo globalizado, bem como para atender requisitos legais e estatutários que regem as leis dos países.

Os profissionais ligados as questões de Segurança do Trabalho, tais como engenheiros de segurança, médicos do trabalho e técnicos de segurança, devem estar plenamente conscientes, capacitados e habilitados para utilizarem as técnicas da área de ergonomia em toda a sua plenitude, multidisciplinaridade e abrangência, para proporcionar às organizações meios de adequar ergonomicamente as condições de trabalho, como forma de proporcionar qualidade de vida tanto em ambientes industriais, quanto em ambientes administrativos.

Desta forma, a história e evolução da ergonomia, a importância da ergonomia nos dias atuais e no futuro, bem como a evolução dos enfoques ergonômicos nos postos de trabalho, serão disseminados nas seções seguintes deste livro-texto.

Seção 4.1

Considerações Gerais

Levando em consideração o processo de desenvolvimento pelo qual passam os setores industriais e de serviços em nosso país com o processo de automação e informatização, a adequação ergonômica dos postos de trabalho e do sistema de produção são necessidades imediatas e necessárias ao bom desempenho das organizações.

Com o processo de globalização que estamos vivendo, a organização para sobreviver precisa tornar-se mais competitiva, portanto é necessário que ela modernize seus recursos de infraestrutura, tais como máquinas, equipamentos, ferramentas, bem como os processos e métodos de execução do processo produtivo. Para isso é necessário que se qualifique e capacite seus recursos humanos, ou seja, seus colaboradores, e proporcione boas condições de trabalho aos mesmos.

A qualidade e a produtividade do produto ou do serviço estão intimamente ligadas ao posto de trabalho e ao sistema produtivo, e estes deverão estar ergonomicamente adequados aos operadores, para que possam realizar suas tarefas com conforto, eficiência e eficácia, sem causar danos à saúde física, psíquica e mental.

Os profissionais da Segurança e Medicina do Trabalho são os responsáveis pela qualidade de vida dos colaboradores de uma organização, portanto devem interagir com os profissionais da área de produção e administrativa, para, juntos, encarar de frente os desafios que se apresentam no momento e planejar o futuro das organizações.

O futuro das organizações dependerá cada vez mais da criatividade e da participação dos colaboradores na solução dos problemas, e isto só será possível, se o ambiente de trabalho estiver ergonomicamente adequado às atividades laborais.

O que se tem observado em algumas organizações brasileiras, especialmente no segmento industrial, é um descaso para com as condições de trabalho e, conseqüentemente, com a qualidade de vida dos colaboradores, contudo também observa-se que na maioria das empresas de maior porte, a ergonomia está sendo utilizada como ferramenta para melhorar a eficiência e eficácia dos colaboradores nos postos de trabalho.

Vale salientar que a questão ergonômica em uma empresa não se restringe a realizar a análise ergonômica para atender a NR-17 de ergonomia do Ministério do Trabalho, como muitos profissionais da área de Segurança do Trabalho fazem e conhecem e, muito menos, a prevenção das chamadas doenças ocupacionais, tais como as Lesões por Esforço Repetitivo (LER) e Doenças Ocupacionais Relacionadas ao Trabalho (Dort).

A percepção em relação ao caráter multidisciplinar da ergonomia pode ter contribuído, ou ainda estar contribuindo, para que muitos profissionais de Segurança do Trabalho tenham ficado relegados a segundo plano em suas organizações, para as quais as áreas de Segurança e Medicina do Trabalho não passam de centros de despesas e custos, portanto não recebem investimentos e inovações.

Na verdade, a ergonomia deve estar presente nas mais diversas áreas da empresa e deverá estar interagindo e se integrando na Gestão da Qualidade, pois a busca da Qualidade Total passa necessariamente pela Qualidade de Vida no Trabalho.

Seção 4.2

Breve Histórico da Ergonomia do Posto de Trabalho

A ergonomia como ciência teve suas origens em estudos e pesquisas na área da Fisiologia do Trabalho, mais especificamente na fadiga e no consumo energético provocado pelo trabalho. Estes estudos tiveram como objetivo diagnosticar os problemas que causavam a fadiga no trabalho e, conseqüentemente, procurar soluções que pudessem eliminar e/ou minimizar este sintoma.

Na Inglaterra, durante a 1ª Guerra Mundial (1914 a 1917), fisiologistas e psicólogos foram chamados para colaborar no setor industrial como recurso para aumentar a produção de armamentos com a criação da Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições, em 1915. Com o fim da guerra, esta comissão foi transformada no Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial, que, por sua vez, realizou diversas pesquisas sobre o problema da fadiga na indústria.

Em 1929, com a reformulação do Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial, que passou a se chamar Instituto de Pesquisa Sobre Saúde no Trabalho, o campo de atuação e abrangência das pesquisas em Ergonomia foi ampliado. Nele foram realizadas pesquisas sobre posturas no trabalho e seus efeitos, carga manual e esforço físico, seleção e treinamento de trabalhadores, bem como, foram analisadas as conseqüências das condições ambientais tais como, iluminação, ventilação, etc., na saúde e no desempenho do indivíduo no trabalho, delineando desde então a necessidade de agregação de conhecimentos interdisciplinares ao estudo do trabalho.

Durante a 2ª Guerra Mundial (1939 a 1945), a utilização de equipamentos e instrumentos bélicos, de concepção complexa e de alta tecnologia, exigia dos operadores habilidades acima de suas capacidades e em condições ambientais desfavoráveis e tensas no campo de batalha.

Em função do elevado número de problemas encontrados decorrentes da inadequação ergonômica nos projetos de design dos equipamentos, instrumentos, painéis e consoles de operação, os esforços foram redobrados para adequar estes produtos às necessidades operacionais, à

capacidade e limitações dos usuários, pilotos, controladores e operadores, objetivando a melhoria no desempenho, redução da fadiga e dos acidentes. Nascia aí as primeiras aplicações práticas da ergonomia na concepção de projetos de *design* de produtos e postos de trabalho.

O projeto de *design* do posto de trabalho torna-se ergonômico na medida em que os conhecimentos científicos relativos ao homem são empregados na concepção do projeto de *design*, com vistas a reduzir a fadiga física, facilitar a operação dos equipamentos e instrumentos, proporcionar segurança, eficiência e eficácia.

Na atualidade percebe-se que a maioria dos problemas ergonômicos estão exatamente onde sempre estiveram, ou seja, no projeto das máquinas, dos equipamentos, das ferramentas, do mobiliário e do posto de trabalho e, evidentemente, agravados pelas inadequações relativas à organização do trabalho.

Desta forma, se não houver a adaptação ergonômica do posto de trabalho os problemas ergonômicos continuarão a existir. Estes problemas podem ser minimizados com ações paliativas, tais como ginástica laboral, pausas durante a jornada de trabalho, redução da jornada de trabalho, rotatividade de tarefas, etc., mas jamais eliminados em sua totalidade, pois, com estas ações não se combate a causa e sim o efeito.

Por este motivo é que se deve aplicar os conhecimentos de ergonomia nos postos de trabalho, das máquinas, das ferramentas, do mobiliário e até mesmo no planejamento da organização do trabalho.

Seção 4.3

A Ergonomia do Posto de Trabalho

Um dos principais riscos encontrados nos mais diversos ambientes de trabalho e responsável por uma gama variável de doenças ocupacionais é o Risco Ergonômico. O ambiente de trabalho ergonomicamente incorreto é um causador importante das doenças ocupacionais nos trabalhadores.

O que é, então, Ergonomia? Quais são as consequências advindas de um ambiente laboral onde o trabalhador é submetido a fatores de riscos ergonômicos? O que fazer para prevenir o aparecimento de doenças nesses ambientes de trabalho, muitas vezes insalubre?

Na sua origem, a palavra ergonomia significa: ERGO = trabalho; NOMOS = regras; ou seja, um conjunto de regras para se organizar o trabalho de forma eficiente e eficaz.

Assim, podemos descrever ergonomia como um conjunto de ciências e tecnologias que procura a adaptação confortável e produtiva entre o ser humano e seu trabalho, basicamente procurando adaptar as condições de trabalho às características do ser humano.

A aplicação da ergonomia ao trabalho, portanto, visa a basicamente o aumento do conforto, a diminuição de lesões e o consequente aumento da produtividade e qualidade de vida.

Neste contexto, precisamos avaliar a Ergonomia sob a ótica de um alerta para a importância de se considerar além das máquinas e equipamentos utilizados para transformar os materiais, também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e o seu trabalho, ou seja, não apenas o ambiente físico, mas também os aspectos organizacionais de como esse trabalho é programado e controlado para produzir os resultados desejados.

Os serviços realizados na zona rural, via de regra, caracterizam-se por trabalho intensivo, quando frequentemente exige-se dos agricultores alta produtividade em tempo limitado, porém em condições inadequadas, com problemas de ambiente, equipamentos e processos. Tais condições acabam levando a insatisfações, cansaços excessivos, queda de produtividade, problemas de saúde e acidentes de trabalho.

Produtividade e qualidade não se alcançam com treinamento puro e simples de pessoal, mas andam de mãos dadas com outros critérios ergonômicos, os quais tem como principal campo de ação a concepção de meios de trabalho adaptados às características fisiológicas do homem e de suas atividades.

A pressão temporal da produção e a pouca flexibilidade do sistema, como problemas gerados pelas características do produto envolvendo perecibilidade e cuidados de manipulação (como é o caso da produção de leite), e a necessidade da produção ter de se ajustar aos horários de entrega ou transbordo do produto ao laticínio, criam situações de tensão.

Em relação aos recursos humanos, podemos considerar as características do trabalho como um significativo fator que predispõe para a satisfação do trabalho e ao mesmo tempo é capaz de reduzir as taxas de **absenteísmo** e **turnover**, aumentar a produtividade, melhorar a moral, a motivação e desempenho dos trabalhadores, ajudar no recrutamento, na base de conhecimento e técnicas de trabalho.

Absenteísmo

Significa o índice monitorado na empresa de faltas ao trabalho.

Turnover

Significa a rotatividade das pessoas, ou seja, a relação entre as entradas e saídas de funcionários num determinado período.

Neste sentido, podemos afirmar que o desempenho dos indivíduos dentro de uma organização está diretamente ligado à conformidade entre os seus valores pessoais e os valores da organização, ou seja, a cultura, e o clima organizacional.

É evidente, também que, em função desta conformidade, o colaborador passa a se sentir como parceiro e participante do processo, resultando a sua conveniência dentro da organização não somente na satisfação das suas necessidades econômicas, mas também no cumprimento das suas necessidades de autorrealização profissional dentro de um ambiente de trabalho bastante agradável.

São áreas de aplicação da ergonomia:

– **Ergonomia na organização do trabalho pesado**

Planejar o trabalho em atividades fisicamente pesadas, com alto dispêndio de energia e, em alguns casos, em ambientes de altas temperaturas, tendo como objetivo evitar os quadros de fadigas.

– **Biomecânica aplicada ao trabalho**

É o estudo dos movimentos humanos sob a ótica da mecânica. Estuda-se as sobrecargas na coluna vertebral, as posturas incorretas, a prevenção da fadiga muscular, a prevenção das tendinites, as lesões por movimentos repetitivos, etc.

– **Adequação ergonômica geral do posto de trabalho**

Mediante estudos de antropometria, planeja-se os postos de trabalho visando a um índice de satisfação de 90% da população trabalhadora, nos diversos tipos de trabalhos em pé, semisentados ou sentados.

– **Prevenção da fadiga no trabalho**

Identificando e corrigindo os fatores de sobrecarga.

– **Prevenção do erro humano**

Que muitas vezes pode estar associado com os riscos ergonômicos. Não há um profissional específico para lidar com os problemas e soluções no campo da ergonomia. Esse trabalho deve ser desenvolvido por uma equipe multi e interdisciplinar na abordagem dos problemas e das soluções ergonômicas no trabalho. Equipe multiprofissional composta por pessoas de diferentes *expertises* que se complementam, tais como: médico do trabalho, engenheiro de segurança do trabalho, engenheiro industrial, projetista, desenhista industrial, terapeuta ocupacional, fisioterapeuta, gerente, supervisor, operadores de produção, etc.

Passos para a intervenção ergonômica:

- Transformar condições primitivas em postos de trabalho
- Melhorar as condições de conforto relacionadas ao ambiente de trabalho

- Melhorar o método de trabalho
- Melhorar a organização do sistema de trabalho
- Ergonomia de concepção

Soluções ergonômicas mais indicadas para ajudar na resolução deste problema:

- Revezamento
- Pausas
- Melhorias na organização do trabalho
- Melhorias no método de trabalho
- Pequenas melhorias nos postos de trabalho
- Projetos de melhoria ergonômica
- Orientação ao trabalhador sobre práticas corretas.

4.3.1 – Posto de Trabalho

É definido como a menor unidade produtiva em um sistema de produção. O posto de trabalho envolve o homem, seu local de trabalho e toda ajuda material que o indivíduo necessita para realizar suas tarefas, abrangendo máquinas, ferramentas, equipamentos, mobiliário, *softwares*, sistemas de proteção e segurança, EPIs e o próprio sistema de produção.

O projeto do posto de trabalho tem basicamente dois enfoques historicamente conhecidos; o enfoque taylorista e o enfoque ergonômico tradicional e, com o advento da automação, informatização e dos novos sistemas de gestão dos negócios, o enfoque ergonômico do Posto de Trabalho passou a ter grande importância na gestão da organização. A seguir descreve-se a definição e a abrangência dos enfoques ergonômicos dos postos de trabalho:

– **Enfoque Taylorista:** é baseado no estudo dos movimentos corporais para realizar uma tarefa e no tempo gasto em cada um desses movimentos. O melhor método de trabalho é escolhido pelo menor tempo consumido na realização das tarefas. O enfoque taylorista não leva em consideração as características físicas e psicológicas dos operadores, muito menos as necessidades individuais dos mesmos.

– **Enfoque Ergonômico Tradicional:** é baseado no princípio da redução das exigências biomecânicas no intuito de minimizar a fadiga física, ou seja, leva em consideração os limites e capacidades do indivíduo na realização de suas tarefas diárias e as características físicas dos operadores. No enfoque ergonômico tradicional, o posto de trabalho é considerado um prolongamento do corpo humano, uma vez que este trata apenas dos fatores físicos do posto de trabalho. O enfoque ergonômico tradicional é aplicado na concepção e/ou adaptação de postos de trabalhos tradicionais.

– **Enfoque Ergonômico Global:** segue os mesmos princípios do enfoque ergonômico tradicional, abrangendo ainda os aspectos psicológicos e cognitivos do indivíduo, bem como os sistemas de produção incluindo os *hardwares* e *softwares*.

No enfoque ergonômico global, o posto de trabalho é considerado um prolongamento do corpo e da mente humana, pois trata, além dos fatores físicos do posto de trabalho, os aspectos cognitivos na interface homem x máquina e processo de produção, bem como as relações pessoais e motivacionais no ambiente de trabalho. O enfoque ergonômico global é aplicado na concepção e/ou adaptação de postos de trabalho e/ou ambientes de trabalho informatizados e automatizados em ambientes industriais e administrativos.

4.3.2 – O Projeto Ergonômico: Tipos e Abrangência

Apresentamos, a seguir, os tipos e abrangência dos projetos tanto no seu enfoque ergonômico tradicional, quanto no ergonômico global.

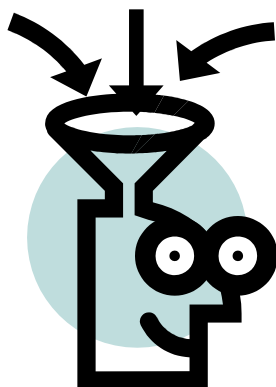
– **Projeto Ergonômico de Postos de Trabalho Tradicionais:** nos postos de trabalho tradicionais considera-se apenas os aspectos como dimensões adequadas aos usuários de uma determinada faixa de estatura e os aspectos de posturas, movimentos corporais, esforços físicos, alcances visuais, etc.

– **Projeto Ergonômico de Posto de Trabalho Global:** nos postos de trabalho informatizados e automatizados considera-se, além dos aspectos de dimensões e posturas, também os psicológicos e mentais no trabalho, bem como os aspectos operacionais de métodos e processos de produção, *softwares*, etc., os aspectos organizacionais, normas de produção, horários, pausas, etc., e ainda os aspectos ambientais como iluminação, ruído, temperatura, ventilação, qualidade do ar, etc. O enfoque ergonômico global funciona como um processo de engenharia simultânea para desenvolvimento do projeto ergonômico, em que tudo se integra e interage.

4.3.3 – Objetivos do Projeto Ergonômico

Qualquer que seja a abrangência e enfoque do projeto ergonômico do posto de trabalho, este deve atingir os seguintes objetivos:

- Adequar o posto de trabalho aos limites e capacidades do indivíduo (física, psicológica e mental).
- Otimizar as condições de trabalho para conquistar eficácia, eficiência, produtividade e qualidade.
- Proporcionar condições para desenvolvimento da criatividade e participação dos colaboradores.
- Evitar o erro humano, prevenir acidentes e doenças ocupacionais.
- Proporcionar conforto, segurança, qualidade de vida, bem-estar e satisfação no trabalho.



SÍNTESE DA UNIDADE 4

As empresas que tem como meta tornarem-se competitivas para sobreviver no mercado globalizado, devem se utilizar da ergonomia como estratégia para otimizar as condições de trabalho e diminuir as influências nocivas à saúde física e mental dos seus colaboradores, e também proporcionar meios para que estes possam ser criativos e participativos em suas organizações.

Os profissionais de Segurança e Medicina do Trabalho devem se preparar para os problemas do presente e se capacitar para os desafios do futuro, quando a ergonomia será sua principal ferramenta para integração e interação com os setores produtivos e administrativos de suas organizações.

O projeto ergonômico do posto de trabalho (tradicional ou global) será uma necessidade do ponto de vista social, pois leva em consideração a saúde física, psicológica e mental do indivíduo, portanto de interesse dos governos; e do ponto de vista econômico (pois terá meios de produzir mais e com melhor qualidade), o que é de interesse da empresa e dos empresários.

Com a Norma OHSAS 18.000 que trata de Saúde e Segurança do Trabalho, e exige das empresas um amplo programa de melhorias de condições de trabalho e de qualidade de vida no trabalho, a ergonomia, mais uma vez, será utilizada para suprir esta nova demanda, em que o projeto ergonômico do posto de trabalho será o foco central da questão.

Desta forma, a tecnologia ergonômica e o projeto ergonômico do posto de trabalho deverá proporcionar uma contribuição importante aos governos e às empresas para harmonizar a relação entre o capital e trabalho, e também, será um item de vital importância para a melhoria da qualidade e da competitividade das empresas no mundo globalizado.

Unidade 5



PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

AS SEÇÕES DESTA UNIDADE

Seção 5.1 – Breve Conceituação do Funcionamento de um PCP

Seção 5.2 – Atividades de Planejamento e Controle da Produção

Seção 5.3 – Previsão de Demanda

Seção 5.4 – Sistemas Atualmente Utilizados no PCP

Seção 5.1

Breve Conceituação do Funcionamento de um PCP

Sabemos da importância que o planejamento e controle da produção representam para uma boa gestão de uma empresa, especialmente para uma indústria, uma vez que o PCP deve ser o centro gerador das informações que são necessárias para as outras áreas da empresa executarem com eficácia as suas atividades.

Numa empresa industrial, o PCP pode ser dividido em duas partes, ou seja, a parte mais específica do Planejamento, na qual ocorrem as atividades de gestão dos prazos de entrega dos produtos fabricados pela empresa, ou seja, antes da área Comercial da empresa fechar qualquer negócio com um cliente deve fazer um contato com a área de Planejamento para verificar a disponibilidade de recursos para a entrega do produto no tempo e quantidade pretendidos pelo potencial cliente.

Fechada a negociação, a porta de entrada da documentação relativa à venda é o Planejamento, que, de posse das informações constantes no contrato/pedido, e tendo conhecimento dos recursos disponíveis dos processos de manufatura, tais como capacidade de Engenharia, capacidade de Produção e Suprimentos, poderá fazer um planejamento adequado para atender os recursos de demanda x capacidade.

MRP

Significa software que gerencia as atividades do planejamento da manufatura de uma indústria.

Terminada essa atividade que pode ser chamada de análise crítica do pedido, quando todas as dúvidas que porventura poderiam haver foram dirimidas, o Planejamento é responsável por liberar a execução do **MRP**, software de gerenciamento que após processado vai gerar as necessidades de compra de matéria-prima e insumos, bem como vai confirmar os prazos que eventualmente a Engenharia de Produto e/ou Processos requerem para a execução dos projetos/roteiros, da mesma forma que vai gerar informações para as áreas de Expedição para preparar locais de armazenamento e programação de embarque.

Concluído esse processo, entra em ação a área de Programação e Controle da Produção, a qual, de posse das informações geradas no MRP, poderá então confirmar e disponibilizar para os processos de produção as Ordens de Fabricação para que esta possa executar as atividades de fabricação dos componentes.

O controle e acompanhamento no dia a dia na indústria do andamento do processo de fabricação do que foi programado é por conta dessa área, a qual deve ter uma interface muito grande com os gestores da produção para sistematicamente disponibilizar informações para o Planejamento que, em última instância, deve ser a área que detém as informações necessárias para a gestão da carteira de pedidos e que possa sempre estar informando as demais áreas da empresa e o cliente sobre o *status* do andamento do pedido na fábrica.

Este breve resumo demonstra na prática como ocorre um processo de Planejamento e Controle da Produção. Sabemos que não necessariamente esse fluxo ocorre em todas as empresas, contudo é o que mais se apresenta nas empresas industriais, inclusive ressaltando que, hierarquicamente, se não for um Departamento que possui uma gerência específica, essa área poderá ser ligada ao Departamento de Logística.

Na sequência vamos abordar as principais atividades do Planejamento e Controle da Produção (PCP), em seguida iremos conhecer os principais sistemas de PCP, entre eles o Just in Time – JIT –, que, por sua vez, será focalizado somente nas características referentes ao

controle e programação da produção. Finalmente vamos apresentar os principais critérios a serem observados para a determinação de um sistema de PCP.

Chão de fábrica

Por chão de fábrica entende-se o processo de execução das atividades operacionais nas áreas de produção.

Seção 5.2

Atividades de Planejamento e Controle da Produção

Em um sistema de manufatura toda vez que são criados objetivos é necessário formular planos de como atingi-lo, organizar recursos humanos e físicos necessários para a ação, dirigir a ação dos recursos humanos sobre os recursos físicos e controlar esta ação para a correção de eventuais desvios. No âmbito da administração da produção e operações, este processo é realizado pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Conceitualmente sabemos que PCP é um conjunto de funções inter-relacionadas que objetiva comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa.

Do mesmo modo o PCP tem como objetivo proporcionar uma utilização adequada dos recursos, de forma que produtos específicos sejam produzidos por métodos específicos para atender um plano de vendas negociado/aprovado. Também podemos afirmar que o objetivo do PCP é fornecer informações necessárias para o dia a dia do sistema de manufatura, reduzindo os conflitos existentes entre vendas, Engenharia, logística, financeiro e **chão de fábrica**.

Na visão de Martins e Laugeni (2001), o objetivo principal do PCP é comandar o processo produtivo, transformando informações de vários setores em ordens de produção e ordens de compra, para tanto exercendo funções de planejamento e controle, de forma a satisfazer os clientes com produtos e serviços, bem como os acionistas com retorno sobre os investimentos, ou seja, que tenham resultados econômicos positivos.

Para atingir estes objetivos, o PCP reúne informações vindas de diversas áreas do sistema de manufatura. Elaboramos a Figura 5.1 para ilustrar essa interação.

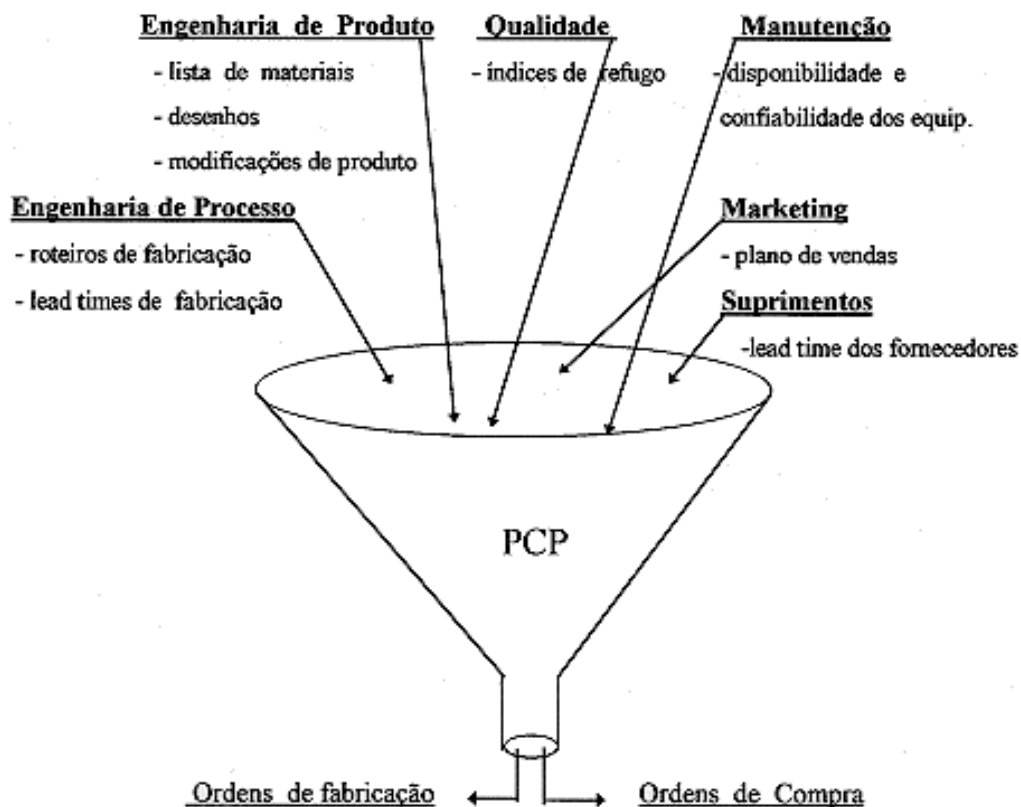


Figura 5.1: Interação do PCP com Outras Áreas

Fonte: Os autores.

Sendo assim, pode-se considerar o PCP como um elemento central na estrutura administrativa de um sistema de manufatura, passando a ser um elemento decisivo para a integração da manufatura.

Russomano (2000) considera o PCP um elemento decisivo na estratégia das empresas para enfrentar as crescentes exigências dos consumidores por melhor qualidade, maior variação de modelos, entregas mais confiáveis. Por isso, a necessidade de se buscar uma maior eficiência nos sistemas de PCP.

Na prática, podemos afirmar que dificilmente se encontra dois sistemas de Planejamento e Controle da Produção iguais. Os principais fatores responsáveis por esta diferenciação são: tipo de indústria, tamanho da empresa e diferenças entre estruturas administrativas. Independente do sistema de manufatura e estrutura administrativa, no entanto, um conjunto básico de atividades de PCP deve ser realizado.

Estas atividades são necessárias para a consecução dos objetivos do PCP, mas não necessariamente deverão estar todas sendo executadas numa área específica. Isto dependerá da configuração organizacional adotada pelo sistema de manufatura.

A Figura 5.2 demonstra como está estruturado na prática o processo decisório numa área de PCP.

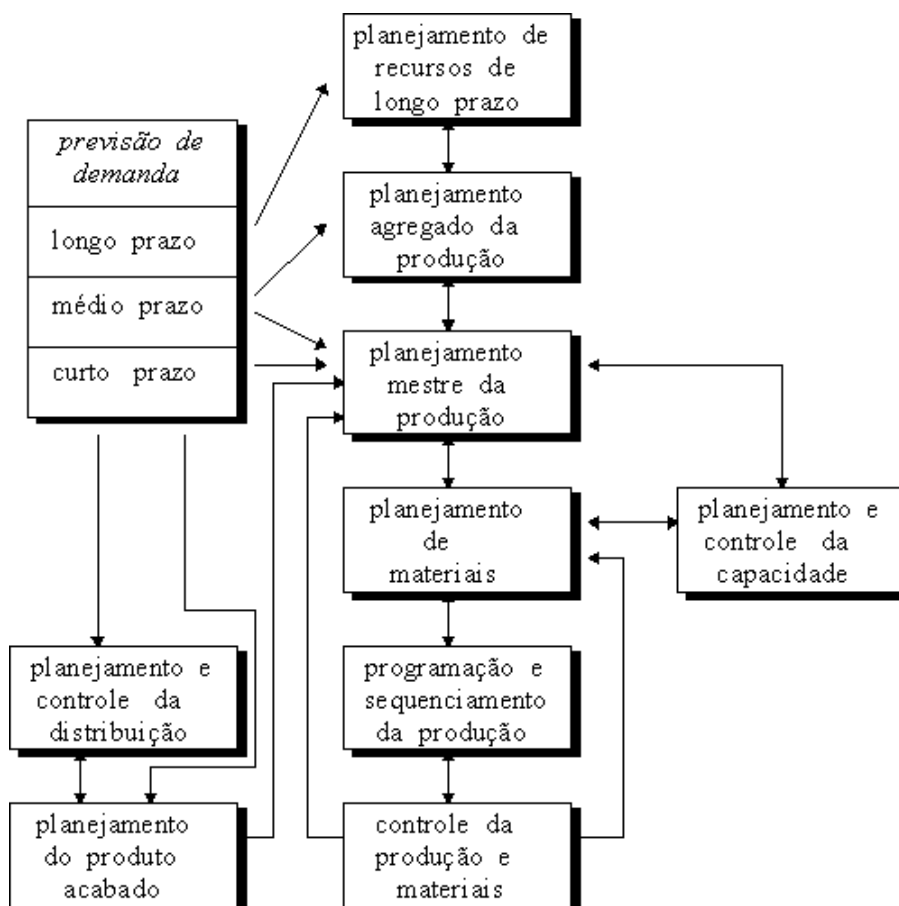


Figura 5.2: Estrutura do Processo Decisório do PCP

Fonte: Os autores.

Seção 5.3

Previsão de Demanda

As análises das futuras condições de mercado e previsão da demanda futura são da maior importância para a elaboração do Planejamento de Longo Prazo. Mesmo em indústrias que fabricam produtos sob encomenda, onde não se faz nenhum estudo formal de previsão de demanda, a

alta direção pode fazer projeções sobre as tendências da economia e o seu impacto nos negócios futuros da empresa. As previsões de demanda podem ser classificadas em: longo prazo, médio prazo e curto prazo.

Curto prazo: estão relacionadas à Programação da Produção e decisões relativas ao controle de estoque. Para isso é utilizado o Plano Mestre de Produção – MPS.

Médio prazo: o horizonte de planejamento varia aproximadamente de seis meses a um ano. Planos como: Plano Agregado de Produção e Orçamento anual baseiam-se nestas previsões.

Longo prazo: o horizonte de planejamento se estende aproximadamente de um a dois anos ou mais. Auxilia decisões de natureza estratégica, como ampliações de capacidade, alterações na linha de produtos, desenvolvimento de novos produtos, etc.

Previsões de demanda podem basear-se em dados referentes ao que foi observado no passado, ou seja, no histórico do ano anterior.

Um bom sistema de previsão deve ter boa acuracidade de cálculo e habilidade de rápidos ajustes ante as mudanças.

5.3.1 – Planejamento de Recursos de Longo Prazo

As empresas devem preparar-se elaborando planos de longo prazo para dimensionamento de suas capacidades futuras, por meio de estudos de previsão de demanda e objetivos formulados pelo planejamento estratégico feitos pela Alta Direção, com a finalidade de se fazer a previsão dos recursos necessários de equipamentos, mão de obra e tecnologia que geralmente não são passíveis de aquisição no curto prazo.

5.3.2 – Planejamento Agregado de Produção

Elabora-se com base no Planejamento de Longo Prazo, o Planejamento Agregado de Produção, cujo resultado é um plano de médio prazo que estabelece níveis de produção, dimensões da força de trabalho e níveis de estoque. O horizonte do Plano Agregado de produção pode variar de 6 a 12 meses, dependendo da atividade industrial.

O planejamento é feito em termos de famílias de itens, isto é, os produtos a serem produzidos não são definidos de forma a terem uma constituição individual e completamente especificada, mas são agregados formando famílias de itens semelhantes.

A atividade de planejamento agregado nem sempre é considerada de forma isolada como nesta análise. Particularidades de cada indústria, tais como previsibilidade da demanda e alto nível de repetibilidade dos produtos, fazem com que muitas vezes ela nem seja executada. Neste caso, ela tende a ser absorvida pelo Planejamento Mestre da Produção que é uma atividade subsequente e mais detalhada.

5.3.3 – Planejamento Mestre da Produção

O Planejamento Mestre da Produção – MPS ou PMP – é o componente central da estrutura global apresentada na Figura 5.2. Gerado a partir do plano agregado de produção, desagregando-o em produtos acabados, definirá as ações do sistema de manufatura no curto prazo, estabelecendo quando e em que quantidade cada produto deverá ser produzido dentro de um horizonte de planejamento. Este horizonte de planejamento pode variar de 3 semanas a 90 dias, e quanto menor for o horizonte de tempo, maior será a acuracidade do MPS.

É importante salientar que quando existem diversas combinações de componentes para se obter o produto final, pode ser preferível elaborar o MPS com base em produtos de níveis intermediários, ou seja, controlar a nível de componentes e/ou conjuntos.

5.3.4 – Planejamento de Materiais

É a atividade pela qual é feito o levantamento completo das necessidades de materiais para execução do plano de produção. A partir das necessidades vindas da lista de materiais, das exigências impostas pelo MPS e das informações vindas do controle de estoque (itens em estoque e itens em processo de fabricação), procura determinar quando, quanto e quais materiais devem ser fabricados e comprados.

O planejamento de materiais está intimamente ligado ao gerenciamento de estoques. Os tipos de estoques são: matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados.

Os estoques consomem capital de giro, exigem espaço para estocagem, requerem transporte e manuseio, deterioram, tornam-se obsoletos e requerem segurança. Por isso, a manutenção de estoques pode acarretar um custo muito alto para um sistema de manufatura.

O Planejamento de Materiais deve, portanto, ter como objetivo reduzir os investimentos em estoques e maximizar os níveis de atendimento aos clientes e produção da indústria.

5.3.5 – Planejamento e Controle da Capacidade

É a atividade que tem como objetivo calcular a carga de cada centro de trabalho para cada período no futuro, visando a prever se os recursos de chão de fábrica terão capacidade para executar um determinado plano de produção para suprir uma determinada demanda de produtos ou serviços.

O Planejamento da Capacidade fornece informações que possibilitam a viabilidade de planejamento de materiais; obter dados para futuros planejamentos de capacidade mais precisos; identificação de gargalos; estabelecer a programação de curto prazo e estimar prazos viáveis para futuras encomendas.

O Controle da Capacidade tem a função de acompanhar o nível da produção executada, compará-la com os níveis planejados e executar medidas corretivas de curto prazo, caso estejam ocorrendo desvios significativos.

Os índices de eficiência, gerados pela comparação dos níveis de produção executados com os níveis planejados, permitem determinar a acuracidade do planejamento, o desempenho de cada centro de trabalho e o desempenho geral do sistema de manufatura.

5.3.6 – Programação e Sequenciamento da Produção

A programação determina o prazo das atividades a serem cumpridas, ocorrendo em várias fases das atividades de planejamento da produção. De posse de informações tais como: disponibilidade de equipamentos, matérias-primas, mão de obra, processo de produção, tempos de processamento, prazos e prioridades, as ordens de fabricação poderão ser distribuídas aos centros de trabalho ou setores da fábrica onde será iniciada a execução do plano de produção.

Segundo Martins (2001) os objetivos da programação e sequenciamento da produção são:

- aumentar a utilização dos recursos;
- reduzir o estoque em processo;
- reduzir os atrasos no término dos trabalhos.

Para Martins e Laugeni (2001), a programação acontece em três níveis:

- Programação no nível de planejamento da produção – é realizada na elaboração do MPS, quando se procura encontrar as quantidades de cada tipo de produto que devem ser fabricados em períodos de tempo sucessivos.
- Programação no nível de Emissão de Ordens – acontece durante o processo de planejamento de materiais, e determina, com base no MPS, quais itens devem ser reabastecidos e suas datas associadas de término de fabricação e chegada de fornecimento externo.
- Programação no nível de Liberação da Produção – determina para cada ordem de fabricação quando é necessário iniciar a fabricação e quanto é preciso trabalhar em cada uma das operações planejadas. Isso é possível pelo conhecimento do tempo de passagem de cada componente, o qual contém o tempo de processamento e de montagem de cada operação, os tempos de movimentação e espera existentes entre cada operação.

5.3.7 – Controle da Produção e Materiais

Tem como objetivo acompanhar a fabricação e compra dos itens planejados, com a finalidade de garantir que os prazos estabelecidos sejam cumpridos. A atividade de Controle da Produção e Materiais também recolhe dados importantes como: quantidade de horas trabalhadas, quantidade de refugos, quantidade de material utilizado e quantidade de itens produzidos.

Caso algum desvio significativo ocorra, o Controle da Produção e Materiais deve acionar as atividades de MPS e Planejamento de Materiais para o replanejamento necessário ou acionar a atividade de Programação e Sequenciamento da Produção para reprogramação necessária.

Seção 5.4

Sistemas Atualmente Utilizados no PCP

As atividades de Planejamento e Controle da Produção podem atualmente ser instituídas e operacionalizadas com o auxílio de, pelo menos, três sistemas:

- MRP / MRPII;
- JIT;
- OPT.

A opção pelo emprego de um desses sistemas, ou pela utilização dos mesmos de forma combinada, tem se constituído numa das principais decisões acerca do gerenciamento produtivo nos últimos anos. A seguir destacamos os conceitos e as principais características dos sistemas de produção anteriormente mencionados.

5.4.1 – MRP/MRP II

O sistema MRP (*"Material Requirements Planning"* – Planejamento das necessidades de materiais) surgiu durante a década de 60, com o objetivo de executar computacionalmente a atividade de planejamento das necessidades de materiais, permitindo assim determinar, precisa e rapidamente, as prioridades das ordens de compra e fabricação.

O sistema MRP foi concebido a partir da formulação dos conceitos desenvolvidos de que os itens em estoque podem ser divididos em duas categorias: itens de demanda dependente e itens de demanda independente. Sendo assim, os itens de produtos acabados possuem uma demanda independente que deve ser prevista com base no mercado consumidor.

Os itens dos materiais que compõem o produto acabado possuem uma demanda dependente de algum outro item, podendo ser calculada com base na demanda deste. A relação entre tais itens pode ser estabelecida por uma lista de materiais que define a quantidade de componentes que serão necessários para se produzir um determinado produto.

A partir do MPS e dos *lead times* de aquisição dos componentes é possível calcular precisamente as datas que os mesmos serão necessários, assim como também é possível calcular as quantidades necessárias por intermédio do MPS, da lista de materiais e *status* dos estoques (quantidades em mãos e ordens a chegar).

Martins e Laugeni (2001) observa que os dados de entrada devem ser verificados e validados, pois a entrada de informações erradas resultará em ordens de fabricação e compra inválidos. O mesmo procedimento deve ser feito com relação à lista de materiais, com as mesmas refletindo o que acontece no chão de fábrica, tanto em quantidades quanto em precedência entre as partes componentes do produto acabado, pois, caso contrário, as listas de materiais resultarão em necessidades erradas de materiais, tanto em quantidades quanto nas datas.

Para Russomano (2000), os benefícios obtidos com o MRP são: redução do custo de estoque; melhoria da eficiência da emissão e da programação; redução dos custos operacionais e aumento da eficiência da fábrica.

Podemos também destacar algumas desvantagens do sistema MRP, tais como: ser um sistema complexo e necessitar de uma grande quantidade de dados de entrada; assumir capacidade ilimitada em todos os recursos, enquanto que na realidade alguns centros de trabalho comportam-se como gargalos. Tais situações prejudicam consideravelmente a programação lógica do MRP, além de tornar ineficiente sua capacidade de planejamento e controle.

Ressaltamos ainda algumas razões para que ocorram falhas na implementação de um sistema MRP: o MRP ser visto como um sistema único; o MRP ser encarado como um sistema fechado com retroalimentação; afirmar que o MRP se adapta a qualquer tipo de empresa.

Com a finalidade de se conseguir uma introdução com sucesso de um sistema MRP, é necessário entre outros fatores: realizar uma adequação do MRP ao sistema de manufatura, o comprometimento e envolvimento de toda empresa desde a alta direção e muito treinamento aos usuários.

O sistema MRP II ("*Manufacturing Resources Planning*" – Planejamento dos Recursos da Manufatura) é a evolução natural da lógica do sistema MRP, com a extensão do conceito de cálculo das necessidades ao planejamento dos demais recursos de manufatura e não mais apenas dos recursos materiais.

Para Correa (2004), o MRP II é um sistema hierárquico de administração da produção, em que os planos de longo prazo de produção agregados (que contemplam níveis globais de produção e setores produtivos), são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível do planejamento de componentes e máquinas específicas.

Desta forma, podemos afirmar que com o objetivo de se evitar a simples automação dos processos existentes, efetue-se a reengenharia dos processos da empresa, antes da instalação de um sistema MRPII, posto que o sistema MRP II é um sistema integrado de planejamento e programação da produção, baseado no uso de computadores.

Estes *softwares* são estruturados de forma modular, possuindo diversos módulos que variam em especialização e números. Pode-se afirmar, no entanto, que os módulos principais do MRP II são:

- Módulo de planejamento da produção

Este módulo visa a auxiliar a decisão dos planejadores quanto aos níveis agregados de estoques e produção período-a-período. Devido à agregação e quantidade de dados detalhados, é usado para um planejamento de longo prazo.

- Módulo de planejamento mestre da produção – MPS

Este módulo representa a desagregação em produtos individualizados do plano de produção agregado, e tem como objetivo auxiliar a decisão dos usuários quanto aos planejamentos das quantidades de itens de demanda independente a serem produzidas e níveis de estoques a serem mantidos.

- Módulo de cálculo de necessidade de materiais – MRP

A partir dos dados fornecidos pelo MPS, o MRP "explode" as necessidades de produtos em necessidades de compras e de produção de itens componentes, com o objetivo de cumprir o plano mestre e minimizar a formação de estoques.

- Módulo de cálculo de necessidade de capacidade – CRP

O módulo CRP calcula, com base nos roteiros de fabricação, a capacidade necessária de cada centro de trabalho, permitindo assim a identificação de ociosidade ou excesso de capacidade, no caso da necessidade calculada estar muito abaixo da capacidade disponível, e, possíveis insuficiências, no caso das necessidades calculadas estarem acima da capacidade disponível de determinados recursos. Com base nestas informações, um novo MPS deverá ser executado ou algumas prioridades deverão ser revistas.

- Módulo de controle de fábrica – SFC

O módulo de controle de fábrica é responsável pelo sequenciamento das ordens de fabricação nos centros de trabalho e pelo controle da produção, no nível da fábrica. O SFC busca garantir as prioridades calculadas e fornecer *feedback* do andamento da produção para os demais módulos do MRP II.

Correa (2004), destaca algumas das principais características do sistema MRP II:

- É um sistema no qual a tomada de decisão é bastante centralizada o que pode influenciar a capacidade de resoluções locais de problema, além de não criar um ambiente adequado para o envolvimento e comprometimento da mão de obra na resolução de problemas.
- O MRP II é um sistema de planejamento “infinito”, ou seja, não considera as restrições de capacidade dos recursos.
- Os *lead times* dos itens são dados de entrada do sistema e são considerados fixos para efeito de programação; conforme a situação da fábrica, os *lead times* podem mudar; de acordo com a situação das filas do sistema, os dados usados podem perder a validade.
- O MRP II parte das datas solicitadas de entrega de pedidos e calcula as necessidades de materiais para cumpri-las, programando as atividades da frente para trás no tempo, com o objetivo de realizá-las sempre na data mais tarde possível. Este procedimento torna o sistema mais suscetível a fatores como: atrasos, quebra de máquinas e problemas de qualidade.

Podemos afirmar também que as críticas mais comuns que são feitas ao sistema MRP II, dizem respeito a sua complexidade e dificuldade de adaptá-lo às necessidades das empresas; ao nível de acuracidade exigidos dos dados; e ao fato de o sistema assumir capacidade infinita em todos os centros de trabalho.

Alguns fatores positivos, no entanto, são ditos do sistema MRP II, entre os quais pode-se citar, entre outros: a introdução dos conceitos de demanda dependente; e ser um sistema de informações integrado colocando em disponibilidade um grande número de informações para os diversos setores da empresa.

Correa (2004) ainda cita alguns pontos fundamentais que devem ser obedecidos para que se tenha uma efetivação bem-sucedida de um sistema MRP II:

- possuir uma clara definição dos objetivos do sistema e dos parâmetros que podem medir seu desempenho;
- um intenso programa de treinamento dos usuários sobre os objetivos e funcionamento do sistema;
- possuir uma base de dados acurada e atualizada, com relação a estruturas de produtos, registros de estoques e *lead times*.

5.4.2 – *Just in Time* – JIT

Num ambiente JIT, o planejamento da produção se faz tão necessário quanto em qualquer outro ambiente, pois um sistema de manufatura JIT precisa saber quais os níveis necessários de materiais, mão de obra e equipamentos.

O princípio básico da filosofia JIT, no que diz respeito à produção, é atender de forma rápida e flexível à variada demanda do mercado, produzindo normalmente em lotes de pequena dimensão. O planejamento e programação da produção dentro do contexto da filosofia JIT procura adequar a demanda esperada às possibilidades do sistema produtivo. Este objetivo poderá ser alcançado pela utilização racional dos tempos, recursos de matéria-prima e tecnologia. Ressalta-se que essa filosofia criada no Japão é utilizada hoje em indústrias de vários segmentos, tais como automobilística, máquinas e equipamentos, têxtil, etc.

Mediante o conceito de produção nivelada, as linhas de produção podem gerar vários produtos diferentes a cada dia, atendendo à demanda do mercado. É fundamental para a utilização da produção nivelada que se busque a redução dos tempos envolvidos nos processos.

Correa (2004), observa que a utilização do conceito de produção nivelada envolve duas fases:

- a programação mensal, adaptando a produção mensal às variações da demanda ao longo do ano;
- a programação diária da produção, que adapta a produção diária às variações da demanda ao longo do mês.

A programação do mês é efetuada a partir do planejamento mensal da produção que é baseado em previsões de demanda mensal e em um horizonte de planejamento que depende de fatores característicos da empresa, tais como: lead times de produção e incertezas da demanda de produtos. Quanto menores os *lead times*, mais curto pode ser o horizonte de planejamento, proporcionando previsões mais seguras.

Este planejamento mensal da produção resulta em um Programa Mestre de Produção que fornece a quantidade de produtos finais a serem produzidos a cada mês e os níveis médios de produção diária de cada estágio do processo. Com um horizonte de três meses, o mix de produção pode ser sugerido com dois meses de antecedência e o plano detalhado é fixado com um mês de antecedência ao mês corrente. Os programas diários são, então, definidos a partir deste Programa Mestre de Produção.

Já a programação do dia é feita pela adaptação diária da demanda de produção usando sistemas de puxar sequencialmente a produção, como o sistema *Kanban*. Apresentamos a seguir a Figura 5.3, que exemplifica um modelo de estrutura de programação de produção nivelada, adaptado do sistema utilizado na Toyota.

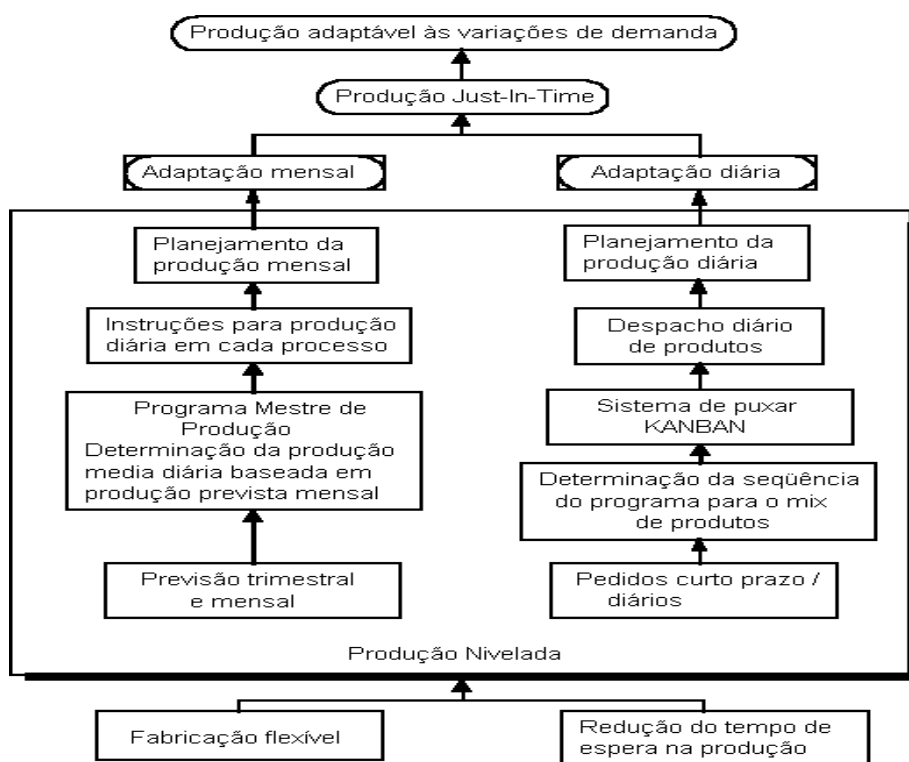


Figura 5.3: Estrutura de Produção Nivelada de um Sistema JIT

Fonte: Os autores.

A filosofia JIT põe a ênfase da gerência no fluxo de produção, procurando fazer com que os produtos fluam de forma suave e contínua por intermédio das diversas fases do processo produtivo. A ênfase prioritária do sistema JIT para as linhas de produção é a flexibilidade, ou seja, espera-se que as linhas de produção sejam balanceadas muitas vezes, para que a produção esteja ajustada às variações da demanda.

A busca pela flexibilidade da produção e da redução dos tempos de preparação de equipamentos, reflete-se na ênfase dada à produção de modelos diferentes de produtos, permitindo, com isso, uma produção adaptável às mudanças de curto prazo e obtendo ganhos de produtividade.

Uma vez estabelecido o Plano Mestre de Produção e balanceadas as linhas de produção, é necessário “puxar” a produção dos componentes por meio de todos os estágios do processo produtivo para a montagem final dos produtos, ou seja, do final ao início da produção de um produto.

O sistema de “puxar” consiste em retirar as peças necessárias do processo precedente, iniciando o ciclo na linha de montagem final, pois é aqui que chega a informação com exatidão de tempo e quantidades necessárias de peças para satisfazer à demanda. O processo anterior, então, produz somente as peças retiradas pelo processo subsequente, e assim, cada estágio de fabricação retira as peças necessárias dos processos anteriores ao longo da linha.

Neste sistema de "puxar" a produção, o controle é feito pelo sistema *kanban*, que é uma das ferramentas necessárias à instituição da filosofia JIT, na qual um posto de trabalho informa suas necessidades de mais peças para a seção precedente, iniciando o processo de fabricação entre os Centros de Trabalho apenas quando houver necessidade de produção, garantindo assim a eficiência do sistema de "puxar" a produção.

O fluxo e o controle da produção em um ambiente JIT, controlado por *Kanban*, é mais simples que num ambiente de produção tradicional. As peças são armazenadas em recipientes padronizados, contendo um número definido destas, acompanhado do cartão *Kanban* de identificação correspondente.

Cada cartão *Kanban* representa uma autorização para fabricação de um novo conjunto de peças em quantidades estabelecidas. Cada setor é responsável pelo fornecimento das peças requisitadas no prazo de reposição, na quantidade estipulada no cartão *Kanban* e com a qualidade garantida para evitar paradas desnecessárias do processo produtivo.

Martins e Laugeni (2001) destacam que algumas empresas no ocidente que estão utilizando a filosofia JIT, não abandonaram seus sistemas MRP ou MRPII. Os mesmos, entretanto, foram simplificados ou alguns de seus módulos foram adaptados ou trocados por outros sistemas. Os sistemas MRP e MRPII passaram a ser utilizados mais como ferramentas de planejamento.

5.4.3 – OPT

O OPT ("*Optimized Production Technology*" – Tecnologia de Produção Otimizada) é uma técnica de gestão da produção, desenvolvida pelo físico Eliyahu Goldratt, que vem sendo considerada como uma interessante ferramenta de programação e planejamento da produção. O OPT compõe-se de dois elementos fundamentais: sua filosofia (composta de nove princípios) e um software "proprietário".

Para Goldratt e Fox (2002), a meta principal das empresas é ganhar dinheiro, e o sistema de manufatura contribui para isso atuando sobre três medidas: Ganho, Despesas operacionais e Estoques. Estes mesmos autores apresentam as seguintes definições para estas três medidas:

- Ganho: é o índice pelo qual o sistema gera dinheiro com as vendas de seus produtos.
- Inventário: é todo dinheiro que o sistema investiu na compra de bens que ele pretende vender. Refere-se apenas ao valor das matérias-primas envolvidas.
- Despesa Operacional: é todo dinheiro que o sistema gasta a fim de transformar o inventário em ganho.

Segundo a filosofia OPT, para se atingir a meta é necessário que no nível da fábrica aumentem os ganhos e ao mesmo tempo reduzam os estoques e as despesas operacionais.

Para programar as atividades de produção no sentido de se atingir os objetivos anteriormente mencionados, é necessário entender o inter-relacionamento entre dois tipos de recursos que estão normalmente presentes em todas as fábricas: os recursos gargalos e os recursos não gargalos.

- Recurso gargalo: é aquele recurso cuja capacidade é igual ou menor que a demanda posta nele, ou seja, pôr em processo de fabricação maiores quantidades de itens que a máquina e/ou processo consiga atender.
- Recurso não gargalo: qualquer recurso cuja capacidade é maior do que a demanda posta nele, ou seja, quando a máquina e/ou processo possuem capacidade sobrando para atender à produção e, portanto, estão, em determinados períodos, ociosos.

Os princípios da filosofia OPT, que podem ser encontrados nos trabalhos de Goldratt e Fox (2002), são :

1. Balancear o fluxo e não a capacidade. A filosofia OPT advoga a ênfase no fluxo de materiais e não na capacidade dos recursos, justamente o contrário da abordagem tradicional.
2. O nível de utilização de um recurso não gargalo não é determinado por sua disponibilidade, mas sim por alguma outra restrição do sistema.
3. A utilização e a ativação de um recurso não são sinônimos. Ativar um recurso, quando sua produção não puder ser absorvida por um recurso gargalo, pode significar perdas com estoques. Como neste caso não houve contribuição ao alcance dos objetivos, a ativação do recurso não pode ser chamada de utilização.
4. Uma hora perdida num recurso gargalo é uma hora perdida por todo o sistema produtivo. Como é o recurso gargalo que limita a capacidade do fluxo de produção, uma hora perdida neste recurso afeta todo o sistema produtivo.
5. Uma hora economizada num recurso não gargalo é apenas uma ilusão. Uma hora ganha em um recurso não gargalo não afeta a capacidade do sistema, uma vez que este é limitado pelo recurso gargalo.
6. Os gargalos governam o volume de produção e o volume dos estoques.
7. O lote de transferência pode não ser e, normalmente, não deveria ser, igual ao lote de processamento. Dentro do contexto da filosofia OPT, a flexibilidade como os lotes serão processados é essencial para uma eficiente operação do sistema produtivo.

8. O lote de processamento deve ser variável e não fixo. Na filosofia OPT o tamanho do lote de processamento é uma função da programação que pode variar de operação para operação.
9. A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas simultaneamente e não sequencialmente. Os *lead times* são um resultado da programação e não podem ser predeterminados. Considerando as limitações de capacidade dos recursos gargalos, o sistema OPT decide por prioridades na ocupação destes recursos e, com base na sequência definida, calcula como resultado os *lead times* e, portanto, pode programar melhor a produção.

O *software* OPT é composto de quatro módulos, que são:

- OPT: programa os recursos RRC (recurso restritivo crítico) com uma lógica de programação finita para a frente;
- *BUILDNET*: cria e mantém a base de dados utilizada;
- *SERVE*: ordena os pedidos de utilização de recursos e programa os recursos considerados não-gargalos;
- *SPLIT*: separa os recursos em gargalos e não gargalos.

As maiores críticas ao sistema OPT são derivadas do fato de que o mesmo é um *software* "proprietário", o que significa que detalhes dos algoritmos utilizados pelo software não são tornados públicos; além do fato de que o seu preço é considerado caro.

Na prática, podemos citar também outras restrições em relação ao OPT, cujo desempenho depende de alguns fatores, tais como:

- percentual de recursos gargalos existentes;
- quantidade de recursos ou centros de trabalho existentes;
- tamanho da estrutura dos produtos;
- nível de detalhamento dos arquivos de roteiros de produção.

Podemos afirmar também, entretanto, que o OPT representa uma nova alternativa para os problemas de controle de material e planejamento das operações, pois os seus princípios são relevantes e podem ser aplicados em muitos ambientes de produção, com o uso ou não do *software*.

Algumas características importantes do OPT que podem ser bem-exploradas pelas empresas são:

- facilita a flexibilidade do sistema produtivo de alterar seu mix de produção;
- pode ser usado como um simulador da fábrica, considerando somente os recursos críticos ou prováveis gargalos nas simulações efetuadas.

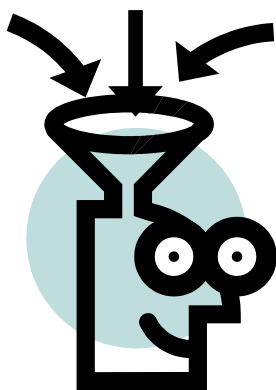
Segundo Correa (2004), existem algumas variáveis que devem servir de referência ao se escolher um sistema de PCP. Estas variáveis são: variedade de produtos; complexidade dos roteiros; introdução de novos produtos; complexidade das estruturas; variabilidade dos *lead-times*; nível de controle; centralização na tomadas de decisão; favorecimento de melhoria contínua e simplicidade do sistema. Deve-se observar que qualquer análise em termos de adequação ou não de um sistema de PCP a um determinado sistema produtivo não deve ser feita de forma isolada ou parcial, mas sim em conjunto dentro do contexto da empresa.

Desta forma, na prática que temos de empresas, podemos sugerir então que um sistema ideal seria aquele que mesclasse os três sistemas da seguinte forma:

- o OPT poderia ser utilizado para providenciar um realista Programa Mestre da Produção, o que não é possível com o MRP II;
- o MRP II poderia ser utilizado para gerar as necessidades de materiais no horizonte de planejamento;
- o JIT poderia ser utilizado para controlar o “chão de fábrica” dos itens repetitivos.

Todas as considerações acerca das vantagens e desvantagens da utilização, conjunta ou não, de alguns sistemas de PCP deve ser considerada, no entanto o mais importante é a adequação desses sistemas com fatores como: a estrutura organizacional da empresa; estratégia adotada pela empresa para conquistar o mercado a que ela pertence; fatores de infraestrutura e características dos produtos produzidos pela empresa.

A escolha de um determinado sistema de produção não garante por si só o sucesso competitivo de uma organização, mas é condição necessária para se garantir este sucesso. É necessário, então, que se conheçam todas as implicações estratégicas de suas decisões referentes ao tipo de sistema de produção e o seu modo de operação.



SÍNTESE DA UNIDADE 5

Ao término desta Unidade certamente você deverá ter entendido como ocorrem as atividades numa área de Planejamento e Controle da Produção, suas interfaces com as demais áreas de uma organização, bem como a importância da realização de um planejamento eficiente das atividades produtivas numa indústria visando a racionalizar o uso dos recursos disponíveis, tornando a empresa mais competitiva no mercado em que atua. Da mesma forma, procurou-se apresentar nesta Unidade os principais tipos de sistemas de PCP, os quais poderão ser utilizados nas empresas isoladamente ou integrados, dependendo da complexidade do que se é produzido.

DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA: Carga de Máquinas, Equipamentos e Pessoas

AS SEÇÕES DESTA UNIDADE

Seção 6.1 – Alguns Aspectos Históricos e Fundamentos Teóricos

Seção 6.2 – Tipos de Controle

Seção 6.3 – Definições Básicas e Exemplos

Seção 6.4 – Objetivos da Determinação da Carga de Máquina e da Carga de Mão de Obra

Seção 6.5 – Fatores da Carga de Máquina e Carga de Mão de Obra

Seção 6.6 – Determinação da Carga de Máquina e Carga de Mão de Obra

Seção 6.7 – A Inclusão da Produtividade e da Eficiência

Seção 6.8 – Cálculo da Carga de Máquina e Carga de Mão de Obra

Esta Unidade tem por objetivo explicitar os principais métodos e técnicas de dimensionamento da capacidade produtiva, ou seja, vamos estudar como é possível determinar a quantidade de máquinas, equipamentos e pessoas efetivamente necessários para realizar uma determinada tarefa no contexto da otimização e racionalização dos recursos e processos.

Assim, depois de tomarmos conhecimento de alguns aspectos históricos e fundamentos teóricos relacionados com o dimensionamento da capacidade produtiva, vamos abordar métodos e técnicas bem operacionais.

Seção 6.1

Alguns Aspectos Históricos e Fundamentos Teóricos

Na gestão da produção, os objetivos básicos de todo gestor estão relacionados com a racionalização dos processos e com a otimização dos recursos visando a aumentar a produtividade do trabalho realizado.

Tecnicamente, um dos meios para atingir maiores patamares de produtividade é mediante o estudo da racionalização do trabalho e da melhoria funcional do homem, ou seja, pelo estudo de “Tempos e Movimentos”. Essa expressão fundamenta-se, principalmente, em Taylor e Gilbreth, os quais desenvolveram seus trabalhos tanto no objetivo de medição e quantificação do trabalho executado quanto no sentido de melhorá-lo e racionalizá-lo, formulando princípios e teorias.

Ao final do século 19, trabalhando numa mineradora, Taylor teve sua atenção voltada para o serviço que alguns operários desempenhavam com uma pá, carregando minérios. Algumas pessoas possuíam sua própria ferramenta, recusando a que era fornecida pela companhia. Essa preferência ocorria em virtude de os operários dimensionarem sua própria pá em função da capacidade física de cada um, usando o bom senso como meio de redução do esforço e para melhoramento dos métodos de trabalho.

Com base na observação, Taylor aprofundou estudos procurando estender por toda a empresa o ganho de produção conseguido por algumas pessoas. Munido de cronômetro, começou a identificar que quantidade uma pessoa movimentava, num certo tempo, em função de cada tipo de pá. Iniciou com pás grandes, que foram gradativamente reduzindo de tamanho, repetindo a experiência com vários funcionários. Tudo era anotado. Após uma série de observações, Taylor dimensionou o peso ideal possível de ser manipulado pelos mineiros de forma a ter, ao final da jornada, uma maior quantidade de minério movimentado.

No estudo dos tempos e métodos de trabalho, o homem é o elemento essencial, tanto como observador do processo quanto como executor. Este estudo se preocupa em encontrar a melhor maneira de executar as operações, sejam de máquinas ou de pessoas, buscando reduzir ao máximo, ou até eliminar, o tempo ocioso e o trabalho desnecessário.

Os métodos de trabalho (representados pelos movimentos) são responsáveis pelo **aspecto qualitativo** da racionalização; o tempo, pelo **aspecto quantitativo**. A junção dos dois, tempos e movimentos, possibilita a definição dos tempos padronizados e do tempo de fabricação do produto como um todo, uma vez que o produto reflete a combinação de uma série de operações superpostas.

O estudo dos métodos de trabalho visa a eliminar algum esforço adicional do homem na execução do seu trabalho, enquanto o estudo do tempo permite quantificar o trabalho possível de ser conseguido com a prática dos métodos operacionais. A importância da medição do tempo é tão grande para as empresas, que operações que se repetem com frequência têm seus tempos medidos por meio de filmagens cuidadosas, o que permite a análise de cada detalhe.

A definição do tempo gasto na fabricação de cada produto também é fator de grande utilidade na programação da produção e na fixação de incentivos salariais aos operadores. Influi na programação da produção como determinador da quantidade possível de ser produzida num determinado tempo, em cada equipamento, possibilitando estipular quantidades a serem atingidas na fabricação de qualquer item, no período considerado.

Influi também como incentivo salarial, partindo da premissa de que o tempo padrão é conseguido a partir de um tempo médio obtido pela análise do trabalho de um funcionário médio, portanto padronizando a observação. O funcionário cujo comportamento operacional estiver situado acima dessa média, pode receber certo percentual sobre seu salário, ou qualquer outra forma de incentivo como prêmio pelo esforço de trabalhar um nível acima dos demais.

Assim, podemos avaliar a utilidade da determinação do tempo padrão, cuja veracidade só deve ser reconhecida quando nenhuma variável envolvida distorcer o método escolhido. Isso significa que o tempo de uma operação só deve ser medido quando seu modo de execução estiver definido suficientemente para, naquele momento, representar o melhor método possível de ser conseguido, de modo que possa ser mantido por um operador treinado durante toda a jornada de trabalho.

Para que o tempo de processamento tenha utilidade real, são feitos estudos sobre operações a fim de que cada tarefa seja analisada com precisão. O conjunto das operações estudadas deve ter os tempos registrados e arquivados de modo a permitir comparações quando eventuais mudanças futuras forem introduzidas no processo e se desejar saber se o método, fruto da modificação, trouxe ou não algum melhoramento ao trabalho. Isso é medido pelo ganho (ou perda) de tempo na fase atual de processamento quando comparado ao anterior.

A análise inicia-se a partir do questionamento se a operação é ou não necessária, da possibilidade de combiná-la com outra, sintetizando-as em uma única, de se poder mudar a sequência a fim de reduzir o tempo de execução, ou, ainda, se os movimentos operacionais podem ser alterados de forma a trazer simplificação. Respostas a essas perguntas poderão provocar situações novas para as operações, possibilitando alguma melhora.

A eliminação é um exemplo claro. A retirada de uma operação implica desocupar máquina e homem e tornar menor o tempo total de fabricação. A simplificação com redução do tempo da operação é o motivo do estudo de tempos e métodos. É a racionalização desejada e pode ser alcançada fazendo o operador movimentar-se o mínimo necessário ou corrigindo seu posicionamento operacional, o que lhe proporciona conforto na medida aceita pelo trabalho.

A simplificação do trabalho pode ser resultado da associação de vários fatores, tais como:

- a utilização de material mais fácil de ser trabalhado;
- a fabricação de produtos com operações repetitivas;

- o uso de equipamentos compatíveis com as operações (simplificando o processo);
- a padronização do ferramental usado;
- a utilização de mão de obra suficientemente treinada.

Quanto mais simples forem os produtos, mais simples serão as operações e menor tempo será gasto em cada tarefa. Sob a ótica de racionalização, visando a encontrar meios mais simples de o homem realizar seu trabalho, foram enumerados alguns princípios de simplificação dos movimentos, sintetizados a seguir:

- os dois braços devem iniciar e terminar seus movimentos simultaneamente; os movimentos devem ser simétricos e compor um ciclo;
- movimentos suaves e contínuos são os preferidos. Movimentos descontínuos ou lineares com mudança acentuada de direção devem ser evitados. Os movimentos curvilíneos demandam menor tempo de execução, exigindo menor esforço físico do operador, com consequente redução de fadiga;
- uma mão não deve ficar desocupada enquanto a outra trabalha. O ideal é que ambas comecem e terminem os movimentos ao mesmo tempo e que nunca estejam ociosas no mesmo instante;
- sempre que possível, o impulso deve ser usado para ajudar o operador, reduzindo seu esforço (uso da energia de movimento);
- a execução das operações deve permitir ritmo suave, automático e natural. O operador deve fazer o menor esforço possível ao executar uma operação;
- tarefas que possam ser realizadas pelos pés devem aliviar tarefas que são atribuídas às mãos;
- as mãos devem ser mantidas em posição confortável;
- o ritmo de execução das tarefas deve ser contínuo. Preferencialmente o corpo não deve ter movimento. Quanto mais o corpo se move, mais facilmente o homem se cansa. Movimentar primeiro os dedos, depois a mão, o braço e só então o corpo, pois esta é a unidade com maior massa a ser movimentada, devendo em consequência ficar o máximo possível do tempo imóvel;
- pessoas que utilizam visão além do habitual não podem trabalhar continuamente. Nesse caso, é aconselhável efetuar rodízio na função.

Para que a operação tenha seu tempo bem-definido e possa ser reconstituída no momento em que for necessário, sua divisão em processos deve obedecer a alguns critérios, como:

- escolher processos de curta duração, a menor possível, desde que possa ser cronometrado;

- definir com precisão os pontos que separam um elemento do outro, possibilitando futura re-composição da operação mediante os mesmos elementos, especialmente quando se deseja comparar eventuais modificações processadas;
- separar elementos de execução manual dos elementos da máquina (para identificar, em caso de acréscimo no tempo de operação, se a anomalia procede do homem ou da máquina);
- recompor os elementos de forma a permitir a reconstrução da operação (a composição dos elementos deve totalizar a operação).

Tendo por base estes fundamentos teóricos sobre o estudo de “tempos e movimentos”, vamos abordar agora concretamente os principais métodos e técnicas do dimensionamento da capacidade produtiva. Para tanto, devemos ter clareza de quais aspectos efetivamente estamos procurando ter controle.

Seção 6.2

Tipos de Controle

Entre os diversos tipos de controle que podem ser realizados na produção de bens e/ou prestação de serviços, podemos citar o controle dos prazos, do material, dos custos, da qualidade e do trabalho.

Neste item vamos abordar especificamente os mecanismos e instrumentos de controle do trabalho, que se subdividem, basicamente, em duas áreas: controle das máquinas e equipamentos e controle da mão-de-obra, conforme demonstrado a seguir.

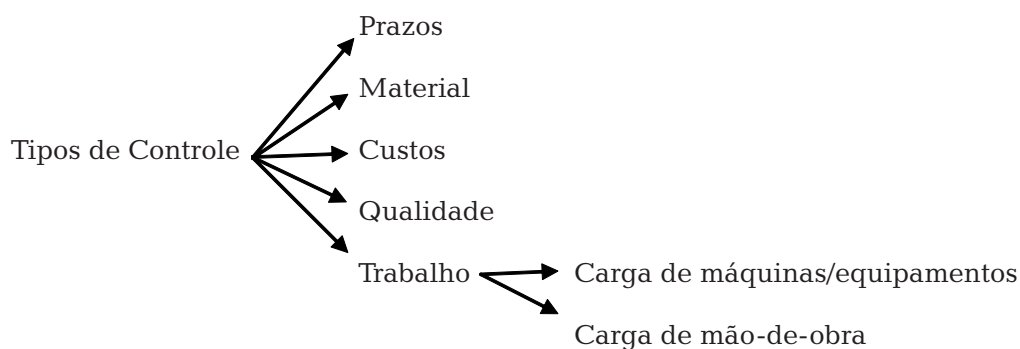


Figura 6.1: Tipos de Controle Aplicáveis à Produção

Fonte: Elaborado pelos autores.

O dimensionamento das máquinas e dos equipamentos, bem como a quantificação de pessoas necessárias para operar um sistema produtivo, integra o conjunto de atividades relacionadas à função do Planejamento e Controle da Produção (PCP), conforme observado anteriormente.

Seção 6.3

Definições Básicas e Exemplos

Programa de produção: é a quantidade de peças (ou produtos ou unidades) que uma empresa ou setor deverá fabricar em um determinado período de tempo. Assim sendo, as duas variáveis básicas que devem ser estipuladas para se ter um programa de produção são: quantidade e tempo. Atenção: é necessário que essas duas variáveis estejam explicitadas para que se configure um programa de produção. Assar 10 kg de picanha pode ser um bom programa, mas isto ainda não constitui um programa de produção, uma vez que faltou estipular o prazo.

Exemplos de programa de produção: produzir 300 calças em quatro dias ou, também, três toneladas de um produto das 14 às 18 horas.

Carga de máquina: é a quantidade necessária de tempo de funcionamento de uma máquina e/ou equipamento, a fim de cumprir um determinado volume de produção. Nesse sentido, entendemos volume de produção como a atividade a ser executada por (ou com) aquela máquina, representado pelo tempo de fabricação das peças ou produtos que devem ser processados nesse dia de trabalho.

Exemplo: uma máquina de costura que precisa ficar 380 minutos funcionando num dia de trabalho para que sejam costuradas 100 calças a um tempo médio de 3,8 minutos por calça.

Carga de mão de obra: significa a determinação dos recursos de mão de obra necessários para cumprir um determinado programa de produção num específico período de tempo.

Exemplo: digamos que para cumprir determinada atividade sejam necessárias 32 horas de trabalho humano. Para realizar esta tarefa num dia de trabalho de 8 horas, portanto, será necessário contar com 4 pessoas.

Seção 6.4

Objetivos da Determinação da Carga de Máquina e da Carga de Mão de Obra

Vários objetivos podem ser listados:

- determinar se um equipamento tem capacidade de produzir o volume de produção programado;
- possibilitar a total utilização do equipamento;

- determinar a necessidade ou não da compra de outro equipamento similar;
- possibilitar a análise da utilização do equipamento;
- facilitar a determinação do grau de eficiência do equipamento;
- demonstrar claramente se o equipamento está sendo bem ou mal aproveitado;
- estabelecer a quantidade correta de mão de obra;
- manter o custo dos produtos dentro de um padrão de mão de obra preestabelecido;
- facilitar a distribuição do pessoal;
- garantir a versatilidade no controle da mão de obra e nos ajustes de produção.

Seção 6.5

Fatores da Carga de Máquina e Carga de Mão de Obra

Os fatores básicos que influenciam no cálculo da carga de máquina e carga de mão de obra são os seguintes:

- a) programa de produção;
- b) tempo padrão do processo;
- c) produtividade;
- d) eficiência.

Todos estes fatores influenciam diretamente no cálculo da carga de máquina e da mão de obra, como veremos. Vamos abordar primeiro o programa de produção e o tempo padrão. Posteriormente incluiremos os outros dois fatores no cálculo.

a) Programa de Produção

Como vimos anteriormente, um programa de produção significa a quantidade de peças (ou produtos ou unidades) que uma empresa ou setor deverá fabricar em um determinado período de tempo. Vamos ver mais alguns exemplos:

- produzir 5.700kg de um determinado produto em “x” dias;
- montar 30.000 geladeiras em 4 meses
- aprontar 600 metros de calçamento viário em 2 meses de trabalho.

b) Tempo Padrão da Operação

É o tempo consumido por determinado conjunto de equipamento/pessoa para realizar uma operação na produção de uma unidade. Este tempo é estabelecido com base em algumas medições e mecanismos reguladores do processo de produção, de forma a propiciar uma produção contínua e eficaz, sem afetar fisicamente o operador.

A fim de garantir uma perfeita ergonomia, um ritmo adequado e evitar riscos de Lesão por Esforço Repetitivo (LER), são embutidos no cálculo da carga de máquina alguns fatores, como a **tolerância** e o **fator de ritmo**.

A **tolerância** é dada em percentual (5%, 10%, 15%) e significa que o operador dispõe de um tempo a mais do que o efetivamente necessário para realizar aquela operação. Por exemplo: ao atribuir uma tolerância de 15% sobre o tempo estipulado para um trabalhador realizar determinada tarefa num dia de trabalho; isso significa que este operador disporá de 72 minutos/dia (480 min/dia x 15%) adicionais para realizar o seu trabalho, propiciando um ritmo menos mecânico ao processo. Logicamente estes 72 minutos/dia de tolerância estão distribuídos nos diversos processos realizados.

A determinação de um percentual de tolerância adequado a uma linha de produção é uma questão de bom senso e capacidade administrativa. Em geral, tolerâncias de 5% a 10% são perfeitamente admissíveis e necessárias.

Há, porém, outro aspecto que precisa ser considerado num processo de produção: a capacidade individual. Para avaliar este aspecto normalmente se considera o chamado "CHA", ou seja, o Conhecimento, as Habilidades e as Atitudes do operador. A um operador que detenha **CHA normal**, será atribuído um **fator de ritmo = 1**. A um operador muito bem qualificado será atribuído, por exemplo, um fator de ritmo = 0,9. Já de um operador sem experiência, em treinamento, não se pode esperar que consiga realizar a tarefa na mesma velocidade que o operador qualificado; portanto atribuímos a ele, por exemplo, um fator de ritmo = 1,12.

Ora, o que acontece quando alguém dispõe de um tempo estipulado de, digamos, 12 minutos para realizar determinada tarefa e tem atribuído um fator de ritmo = 1,12 por ser inexperiente na função? Neste caso se considera que este operador poderá realizar esta tarefa em 13,44 minutos (12 x 1,12). Já no caso de se tratar de um operador especializado, onde o fator de ritmo atribuído seja, digamos, 0,9 esta mesma tarefa deverá ser realizada em 10,8 minutos (12 x 0,9).

De que forma esse fator de ritmo e a tolerância incidem sobre o tempo padrão? Como veremos a seguir, tanto a **tolerância** quanto o **fator de ritmo** alteram (aceleram ou desaceleram) o tempo médio para que uma determinada operação seja realizada. Ademais, devemos considerar que, além destes fatores (tolerância e fator de ritmo), também podem ser levados em conta ainda outros aspectos relevantes na determinação do tempo padrão de uma operação.

Enfim, para calcular o tempo padrão de uma determinada operação, ela deve ser desdobrada em seus elementos mais simples, permitindo uma medição, aferição e correção de tempos e movimentos, bem como a detecção de falhas no método.

Tomemos como **exemplo** para determinação do tempo padrão a **operação “furar uma peça”**, supondo que sejam três as atividades realizadas continuamente:

- 1) pegar a peça e fixar no dispositivo;
- 2) furar;
- 3) retirar e guardar.

Suponhamos ainda que foram feitas algumas medições prévias com o objetivo de estabelecer o tempo padrão da referida operação, considerando ainda uma tolerância de 15% e um fator de ritmo = 1,12 (aprendiz).

As medições são registradas sempre em frações de minutos, uma vez que ações corretivas em frações de segundos são operacionalmente impensáveis.

É necessário considerar também que para obter um tempo médio da operação “furar uma peça”, o número de medições realizadas deverá ser estatisticamente representativo, abrangendo todas as situações possíveis, porém, para fins de demonstração, consideremos somente as seguintes medições:

| Medições realizadas ↓ | Etapas da operação | | | Detalhamento de informações |
|-----------------------|--------------------|-------|-------------------|--|
| | Pegar e fixar | Furar | Retirar e Guardar | |
| Peça 1 | 0,10 | 0,15 | 0,06 | São cronometradas várias peças para poder tirar uma média razoável |
| Peça 2 | 0,09 | 0,14 | 0,07 | |
| Peça 3 | - | 0,15 | 0,06 | Não foi cronometrada a primeira etapa das três operações |
| Peça 4 | 0,11 | 0,16 | 0,08 | Todos os tempos são cronometrados em centésimos de minutos |
| Peça 5 | 0,10 | 0,17 | 0,07 | |
| | 0,40 | 0,77 | 0,34 | ❶ Tempo total cronometrado |
| | 4 | 5 | 5 | ❷ Número de peças cronometradas |
| | 0,10 | 0,15 | 0,07 | ❸ Tempo médio |
| | 1,12 | 1,12 | 1,12 | ❹ Fator de ritmo estipulado (x) |
| | 0,11 | 0,17 | 0,08 | ❺ Tempo normalizado por fator de ritmo |
| | 15% | 15% | 15% | ❻ Tolerância (+) |
| | 0,13 | 0,19 | 0,09 | ❼ Tempo normalizado pela tolerância |
| | 0,41 min / PC | | | ❸ Tempo Padrão da Operação |
| | 146,34 pç / hora | | | ❹ Produção de peças por hora |

Quadro 6.1: Determinação do Tempo Padrão da Operação “Furar uma Peça”

Fonte: Elaborado pelos autores.

De onde saíram os valores deste quadro?

Em primeiro lugar consideremos que foram cronometradas, representativamente, cinco vezes a operação "furar uma peça", sendo realizada com o objetivo de obtermos um tempo médio. Numa situação real é aconselhável cronometrar uma amostra bem mais significativa de operações que são realizadas por dia ou num determinado período. Para fins de demonstração do procedimento, entretanto, vamos nos contentar com estas cinco observações cronometradas para obter um tempo médio. Observemos também que na cronometragem da peça de número 3 não se obteve o respectivo tempo da primeira etapa "pegar e fixar".

Além disso,

- ❶ é a soma do tempo de todas as operações cronometradas;
- ❷ é o número de vezes que ocorreram cronometragens em cada etapa;
- ❸ o resultado da divisão de ❶ por ❷;
- ❹ é o fator de ritmo estipulado, conforme anteriormente mencionado: por se tratar de um aprendiz foi atribuído um fator de ritmo = 1,12;
- ❺ é o resultado da multiplicação de ❸ por ❹. Observe que o tempo para realizar a operação aumentou por se tratar de um aprendiz;
- ❻ é o percentual de tolerância atribuída; neste caso, 15% a mais, ou seja, o operador-aprendiz tem o tempo normalizado pelo fator de ritmo MAIS 15% de tolerância;
- ❼ é o tempo normalizado pela tolerância concedida. Observe que o tempo para realizar cada uma das etapas aumentou novamente;
- ❽ é a soma das três etapas (pegar e fixar + furar + retirar e guardar) e configura o tempo padrão da operação "furar um peça";
- ❾ é a quantidade de peças que podem ou devem ser produzidas numa hora de trabalho. Resulta da divisão de 60 min/hora pelos 0,41 min/pç. Para saber o número de peças a serem produzidas num dia de trabalho, basta dividir 480 min/dia por 0,41 min/pç = 1.170 pç/dia.

Seção 6.6

Determinação da Carga de Máquina e da Carga de Mão de Obra

Só para lembrar: "carga de máquina" é um termo empregado para determinar quanto tempo uma máquina está e deverá estar ocupada produzindo alguma coisa, ao passo que o termo "carga de mão de obra" representa a quantidade de pessoas necessárias para realizar determinada tarefa.

Tomando por base estes dois conceitos explicitados anteriormente (programa de produção e tempo padrão) é possível determinar a carga de máquina e de mão de obra por intermédio das seguintes fórmulas:

Carga de Máquina = Programa de Produção x Tempo Padrão

Exemplo: Programa de Produção = 600 pç / dia

Tempo Padrão = 0,18 min / pç

Assim, a carga de máquina será: 600 pç / dia x 0,18 min / pç

Simplificando esta equação teremos: 600 pç / dia x 0,18 min / pç

Resultado: Carga de máquina = 108 min / dia

Isso significa que para realizar este programa de produção e considerando o tempo padrão, serão necessários 108 min de máquina "x" funcionando por dia. Já a chamada carga de mão de obra tem um significado ligeiramente diferente para tornar a resposta diretamente operacional, isto é, evidenciar quantas pessoas são necessárias:

$$\text{Carga de Mão de Obra} = \frac{\text{Programa de Produção x Tempo Padrão}}{\text{Tempo total disponível de um operário num dia}}$$

Exemplo: Programa de Produção = 700 unid / dia

Tempo Padrão = 1,97 min / unidade

Tempo Total Disponível de um operário num dia = 480 minutos

Teremos, então,

$$\text{CMO} = \frac{\begin{array}{cc} \text{unidades} & \text{minutos} \\ 700 & \text{-----} \\ \text{dia} & \text{unidade} \end{array} \times 1,97}{480 \text{ minutos / dia / operário}}$$

Simplificando os dados do numerador da equação teremos:

$$\text{CMO} = \frac{\begin{array}{cc} \text{unidades} & \text{minutos} \\ 700 & \text{-----} \\ \text{dia} & \text{unidade} \end{array} \times 1,97}{480 \text{ minutos / dia / operário}}$$

Agora, simplificando os dados do numerador e do denominador teremos:

$$\begin{array}{r}
 \text{minutos} \\
 1.379 \text{ -----} \\
 \text{dia} \\
 \text{CMO} = \text{-----} \\
 \text{minutos} \\
 \text{-----} \\
 480 \text{ dia} \\
 \text{-----} \\
 \text{Operário}
 \end{array}$$

Como resultado teremos: CMO = 2,87 operários

Isso significa que para realizar este programa de produção serão necessários 2,87 operários, ou seja, três, uma vez que não é possível subdividir pessoas. Em outras palavras: para cumprir o programa de produção anteriormente estipulado será necessário contar com o tempo total de trabalho de duas pessoas, mais uma parte (87%) do tempo total de trabalho de uma terceira pessoa num dia de trabalho.

Como observado, a **carga de máquina é expressa em minutos/dia**, ou seja, é a quantidade de tempo necessária daquela máquina em funcionamento para que possa atender o programa de produção. No caso do exercício mencionado, é necessário que a referida máquina fique produzindo por 1.379 minutos.

Já a **carga de mão de obra pode ser definida como o número de pessoas necessárias** num dia de trabalho (ou período predeterminado) para atender o programa de produção previsto. No caso em questão, verificou-se a necessidade de 2,87 pessoas.

Uma vez estipuladas tais cargas, abrem-se diferentes possibilidades: considerando que num dia de trabalho normal (8 horas) temos disponíveis apenas 480 minutos, será necessário dispor de várias máquinas desse tipo funcionando concomitantemente para dar conta do programa de produção previsto para aquele dia. Outra possibilidade seria trabalhar em dois ou três turnos de 8 horas com essa mesma máquina, uma vez que uma máquina pode, em tese, trabalhar ininterruptamente 24 horas por dia.

Se a opção da empresa, porém, for a de trabalhar somente em turno único de 8 horas, e se cada máquina é operada por apenas uma pessoa, serão necessárias três máquinas e três pessoas para dar conta desse programa de produção nesse dia, posto que o tempo de um desses conjuntos (máquina+pessoa) não será ocupado integralmente, ou seja, apenas 87% de 480 minutos.

Como podemos observar, a partir do momento em que se tem o tempo padrão ajustado e definido como ferramenta gerencial, os mecanismos de controle passam a ser mais efetivos e menos frequentes e ostensivos.

Seção 6.7

A Inclusão da Produtividade e da Eficiência

O cálculo da carga de máquina baseado apenas no **programa de produção** e no **tempo padrão** considera somente o tempo em que a máquina está operando (tempo real de trabalho), não estando inclusas as paradas para manutenção, preparação e paralisações eventuais.

Quando a máquina está trabalhando, dois fatores podem afetar seu desempenho: a **produtividade** da mão de obra e a **eficiência** dos órgãos auxiliares. Quando a máquina está parada, apenas um fator afeta seu desempenho (pois nesse caso a produtividade caiu para “zero” – afinal, a máquina está parada!): a eficiência das chamadas “**atividades auxiliares**”, ou seja, paradas que podem ocorrer para manutenção preventiva ou corretiva, para preparação da máquina (denominado *set up*), por falta de matéria-prima ou produto em processamento, falhas na programação da produção, falta de energia elétrica, etc.

Dito de outra forma: a eficiência diz respeito ao tempo que a máquina deveria estar trabalhando, mas não está. Dessa forma, para o cálculo da carga de máquina há necessidade de considerar o acréscimo dos índices relativos à eficiência e produtividade.

a) Eficiência

Pode ser considerado como eficiência normal em processos produtivos um índice de 0,80 ou 80%. Isto significa que de cada 24 horas apenas 19,2 horas são realmente utilizáveis para produção. Ou, também, que num dia normal de trabalho (8h/dia x 60 min/h = 480 min/dia) são perdidos aproximadamente 96 minutos (em média) para as atividades auxiliares.

b) Produtividade

Este índice está relacionado ao nível de organização e controle da produção dentro da empresa ou setor. Se a empresa possui controle da produtividade por meio do tempo padrão, esse índice é automaticamente obtido e deve ser acrescido à carga de máquina. Em indústrias, empresas ou setores desorganizados, a produtividade pode atingir até 50%; em setores organizados com controle da produtividade o índice pode atingir 80%. Níveis de produtividade superiores a este normalmente são atingidos apenas em setores organizados, com controle da produtividade e incentivos salariais.

Um exemplo simples de cálculo da carga de máquina mostra a influência de todos os fatores anteriormente descritos num processo de produção.

Suponhamos que pelo **programa de produção** e pelo **tempo padrão** de uma máquina, temos um total de 300 min/dia de ocupação da mesma (por exemplo: costurar 150 peças num dia, cujo tempo padrão seja de 2 min/peça).

Ora, um dia de trabalho significa 480 minutos disponíveis de máquina por dia, que, multiplicado pelo **índice de eficiência** de 80%, resulta em 384 minutos reais disponíveis por dia. Como precisamos de 300 min/dia de máquina funcionando e temos 384 min/dia disponíveis, ainda conseguimos atender o programa previsto.

Se considerarmos, porém, que sobre todo o processo ainda incide um **índice de produtividade** (digamos 70%), os 300 min/dia de carga de máquina passariam para 428 min/dia (300 min/dia / 70%), o que inviabilizaria a produção prevista (pois dispomos de apenas 384 min/dia de máquina funcionando), necessitando assim de horas extras ou um segundo turno de trabalho.

É importante salientar e entender dois aspectos fundamentais:

- a) o índice de eficiência incide sempre sobre o tempo total disponível de uma máquina, diminuindo-o;
- b) o índice de produtividade incide sempre sobre o tempo real de trabalho, aumentando-o.

Estas são duas afirmativas bem lógicas que se explicam com as seguintes perguntas: digamos que temos 300 minutos de tempo disponível para realizar uma tarefa. Se não formos 100% eficientes na ocupação deste tempo, teremos, efetivamente, 300 minutos? A resposta é uma só: Não! Se a nossa eficiência for de 85%, o tempo disponível que nos resta será de 255 minutos (300 min x 85%).

Raciocínio inverso ocorre com a produtividade: digamos que precisamos de 25 minutos para realizar determinada tarefa quando trabalhamos plenamente de acordo com o tempo estipulado para tal. Vamos, supor, porém, que num dia, pelos mais diversos motivos (dor, mal-estar, preocupação), a nossa produtividade é de apenas 78%, enfim não estamos rendendo tudo que podemos. Nesse caso, necessitaremos de mais ou menos tempo para realizar completamente esta mesma tarefa? A resposta é uma só: Mais tempo! Quanto? Para saber a resposta teremos que dividir o tempo estipulado pelo percentual da produtividade: 25 minutos/78%. Assim, com tal produtividade precisaremos de 32,05 minutos.

Atenção: não basta adicionar ao tempo estipulado para realizar a tarefa (25 minutos) os 22% da produtividade "faltante" (100 – 78), ou seja, imaginar que 5,5 minutos adicionais (25 minutos + 22%) são suficientes para isto. Com tal produtividade serão necessários, efetivamente, 32,05 minutos e não 30,5 minutos!

Afinal, o que são e de onde saem esses índices? Como são estipulados?

Produtividade: é a relação entre o que se produz pelo que deveria ser produzido; empregado para o controle da mão de obra direta, objetivando o aumento da produção sem necessidade de investimento de capital e mão de obra adicional.

Eficiência: é a relação entre o que se produz pelo que deveria ser produzido, utilizada para o controle das atividades auxiliares, objetivando o aumento da produção sem necessidade de investimento de capital e mão de obra adicional.

Tanto o índice de produtividade quanto o de eficiência são calculados (num dia, num setor, num processo) tomando por base as seguintes informações:

$$\text{Índice de Eficiência} = \frac{\text{Produção x Tempo Padrão}}{\text{Tempo total de trabalho}}$$

$$\text{Índice de Produtividade} = \frac{\text{Produção x Tempo Padrão}}{\text{Tempo real de trabalho}}$$

Exemplo de determinação dos índices de produtividade e eficiência:

Uma pessoa produziu 360 peças em 8 horas de trabalho. O tempo padrão para essa operação é de 0,80 min/pç. A máquina, porém, ficou parada durante 3 horas por falta de energia. Qual a eficiência e qual a produtividade alcançadas nesse dia?

$$\text{Índice de Eficiência} = \frac{360 \text{ pç/dia} \times 0,80 \text{ min/pç}}{480 \text{ min/dia}} = 0,60 \text{ ou } 60\%$$

$$\text{Índice de Produtividade} = \frac{360 \text{ pç/dia} \times 0,80 \text{ min/pç}}{480 \text{ min/dia} - 180 \text{ min/dia}} = 0,96 \text{ ou } 96\%$$

Uma vez que os quatro fatores básicos que influenciam a carga de máquina (programa de produção, tempo padrão, produtividade e eficiência) estão explicitados, é possível partir para um exemplo concreto do cálculo da carga de máquina.

Seção 6.8

Cálculo da Carga de Máquina e Carga de Mão de Obra

Este item apresenta os passos a serem seguidos no cálculo de carga de máquina.

1º PASSO: DETERMINAÇÃO DO PROGRAMA DE PRODUÇÃO DIÁRIO:

1 dia de trabalho = 8 horas = 480 minutos.

Programa mensal: 6.000 peças.

1 mês = 20 dias úteis.

$$\text{Programa de produção diário} = \frac{6.000 \text{ peças/mês}}{20 \text{ dias/mês}} = 300 \text{ peças/dia}$$

Vamos supor ainda que cada peça necessite passar por três processos distintos para ser produzida: num primeiro momento é utilizada uma máquina denominada “retífica”; a seguir essa peça é trabalhada numa máquina denominada “fresadora” e, finalmente, ela passa por um processo numa “furadeira” e que os tempos padrão estipulados para realizar tais tarefas com cada peça sejam dados conforme o quadro a seguir.

2º PASSO: DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO

| OPERAÇÃO | MÁQUINA | TEMPO PADRÃO ESTIPULADO: |
|--------------|-----------|--------------------------|
| 1 | RETÍFICA | 6,30 min./peça |
| 2 | FRESADORA | 3,28 min./peça |
| 3 | FURADEIRA | 1,80 min./peça |
| TOTAL | | 11,38 min./peça |

Quadro 6.2: Tempo Padrão Estipulado

Fonte: Elaborado pelos autores.

3º PASSO: INCLUSÃO DO ÍNDICE DE EFICIÊNCIA (DIGAMOS: ESTIPULADO EM 85%)

Consideramos que cada uma das máquinas citadas está disponível para o trabalho por 480 minutos/dia, quando o índice de eficiência das atividades auxiliares é de 100%. Quando, porém, o índice de eficiência é de, digamos, 85% desse tempo, ela só poderá produzir durante 408 minutos. O restante do tempo será consumido pelas atividades auxiliares (manutenção, reparos, preparação, etc.).

Este dado será utilizado logo a seguir, no 6º passo.

4º PASSO: INCLUSÃO DO ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE (DIGAMOS: ESTIPULADO EM 75%)

Quando uma operação é realizada estritamente de acordo com o tempo padrão, considera-se que sua produtividade é de 100%. Quando, porém, o índice de produtividade for inferior a 100%, o tempo necessário para realizar aquela tarefa será superior ao tempo padrão.

No caso em questão temos a seguinte situação:

| OPERAÇÃO | MÁQUINA | TEMPO PADRÃO: min./peça | Índice de Produtividade | Tempo realmente necessário |
|----------|-----------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | RETÍFICA | 6,30 | 75% | 8,40 |
| 2 | FRESADORA | 3,28 | 75% | 4,37 |
| 3 | FURADEIRA | 1,80 | 75% | 2,40 |

Quadro 6.3: Tempo Real Necessário

Fonte: Elaborado pelos autores.

O tempo realmente necessário é obtido dividindo-se o tempo padrão pelo índice de produtividade, tendo como resultado um aumento do tempo para produzir aquela peça, uma vez que a produtividade não é 100%.

5º PASSO: DETERMINAÇÃO DA CARGA MÁQUINA EM MIN/DIA

Produção: 300 peças/dia

Tempo real necessário por peça nas máquinas:

- retífica: 8,40 min/peça
- fresadora: 4,37 min/peça
- furadeira: 2,40 min/peça

Cargas das Máquinas:

retífica: 300 peças/dia X 8,40 min/peça = 2.520 min/dia

fresadora: 300 peças/dia X 4,37min/peça= 1.311 min/dia

furadeira: 300 peças/dia X 2,40 min/peça= 720 min/dia

6º PASSO: DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE MÁQUINAS NECESSÁRIO

Como visto, para atender o programa de produção de 300 peças/dia é necessário que a máquina chamada "retífica" funcione 2.520 min/dia, a "fresadora" 1.311 min/dia e a "furadeira" 720 min/dia. Na determinação destes tempos foram considerados o tempo padrão e o índice

de produtividade. Se a empresa opta por trabalhar apenas 8 horas por dia, terá somente 480 minutos disponível, e isto enquanto a eficiência for 100%. Assim, precisará de mais máquinas do mesmo tipo (várias retíficas, várias fresadoras e várias furadeiras) para cumprir o programa de produção.

Como vimos no 3º passo, porém, cada máquina efetivamente só funciona 408 minutos por dia; o restante do tempo é consumido pela manutenção, programação, falhas, etc.

Assim, temos:

| Máquina | Carga de máquina (A) | Tempo real disponível por máquina em função do índice de eficiência (B) | Número de máquinas necessário (A/B) |
|-----------|----------------------|---|-------------------------------------|
| RETÍFICA | 2.520 min/dia | 408 min/dia | 6,17 \Rightarrow 7 |
| FRESADORA | 1.311 min/dia | 408 min/dia | 3,21 \Rightarrow 4 |
| FURADEIRA | 720 min/dia | 408 min/dia | 1,76 \Rightarrow 2 |

Quadro 6.4: Determinação de Número de Máquinas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como é impossível trabalhar com fragmentos de máquinas, o arredondamento sempre é feito para cima, ou seja, se o cálculo indicar a necessidade de 6,17 máquinas, efetivamente serão necessárias 7 máquinas para atender o programa de produção nas condições previstas. Nesse caso haverá sobra de horas-máquina.

A partir dos tempos calculados para cada máquina e do número necessário de máquinas, é possível abstrair mais dois conceitos: os **índices de ocupação** e **de ociosidade** destas, conforme segue:

Carga de máquina total

$$\text{Ocupação} = \frac{\text{Carga de máquina total}}{\text{Nº de máquinas} \times \text{Tempo real disponível}}$$

Como resultado será obtido um número-índice que, multiplicado por 100%, indicará o percentual de ocupação da referida máquina. A ociosidade, por sua vez, representa a diferença entre este percentual e 100%.

$$\text{Ociosidade} = (1 - \text{saturação}) \text{ ou, percentualmente: } 100\% - \% \text{ de ocupação}$$

No caso em questão temos os seguintes índices:

| Máquina | Carga de máquina | Tempo real disponível | Nº de máquinas necessárias | Ocupação | Ociosidade |
|-----------|------------------|-----------------------|----------------------------|---|-----------------------------|
| RETÍFICA | 2.520 min/dia | 408 min/dia | 7 | $2.520/(7 \times 408)$ = 0,88 ou 88% | $1 - 0,88 =$ 0,12 ou 12% |
| FRESADORA | 1.311 min/dia | 408 min/dia | 4 | $1.311/(4 \times 408)$ = 0,80 ou 80% | $1 - 0,80 =$ 0,20 ou 20% |
| FURADEIRA | 720 min/dia | 408 min/dia | 2 | $720/(2 \times 408)$ = 0,88 ou 88% | $1 - 0,88 =$ 0,12 ou 12% |

Quadro 6.5: Saturação e Ociosidade das Máquinas

Fonte: Elaborado pelos autores.

7º PASSO – DETERMINAÇÃO DA CARGA DE MÃO DE OBRA

Finalmente é possível determinar o número de pessoas necessárias para cumprir este programa de produção. É importante considerar que o trabalho das pessoas envolve sempre uma certa flexibilidade, isto é, uma pessoa pode trabalhar temporariamente numa máquina e depois deslocar-se para realizar o trabalho em outra.

Assim sendo, considerando todas as implicações dos fatores (programa de produção, tempo padrão, produtividade e eficiência), chegamos à conclusão de que são necessários 2.520 min/dia de retíficas funcionando, 1.311 min/dia de fresadoras funcionando e 720 min/dia de furadeiras funcionando. No total isso significa 4.551 minutos/dia de máquinas funcionando.

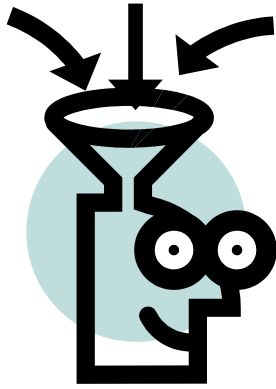
Tempo total de funcionamento necessário

Número de trabalhadores = _____

Tempo total de um trabalhador por dia

Como cada trabalhador está disponível durante 480 minutos por dia, serão necessários 9,48 (ou seja, dez) trabalhadores para cumprir este programa de produção.

Há que se considerar ainda que o número total de máquinas ($7+4+2=13$) e o número de trabalhadores (10) difere, uma vez que nem as máquinas nem os operários são ocupados integralmente. Assim, para produzir peças, um operário pode operar mais de uma máquina durante o dia de trabalho. Já as máquinas não produzem nenhuma peça se não forem operadas por alguém; por isso seu número é maior.



SÍNTESE DA UNIDADE 6

Ao término desta Unidade certamente você deverá ter obtido uma noção concreta sobre alguns conceitos fundamentais na gestão da produção, como, por exemplo: programa de produção, carga de máquina, carga de mão de obra, tempo padrão, produtividade, eficiência, ocupação e ociosidade. Deverá, também, saber como se calculam e como se aplicam tais indicadores em processos de fabricação industrial, uma vez que a mensuração e a determinação da capacidade de produção e, sobretudo, sua aplicação em processos fabris, é um dos principais fatores de competitividade empresarial.

Referências



CORREA, Henrique L. *Administração da produção e operações – manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. São Paulo: Atlas, 2004.

_____. *Teoria Geral da Administração – abordagem histórica da gestão de produção e operações*. São Paulo: Atlas, 2003.

GOLDRATT, Eliyahu; FOX, Jeff. *A meta*. São Paulo: Nobel, 2002.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. *Administração da produção*. São Paulo: Saraiva, 1999.

_____. *Administração da produção*. São Paulo: Saraiva, 2001.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Thonson Learning, 2002.

ROCHA, Duílio. *Fundamentos técnicos da produção*. São Paulo: Makron Books, 1995.

RUSSOMANO, Victor H. *Planejamento e acompanhamento da produção*. São Paulo: Pioneira, 1979.

_____. *Planejamento e controle da produção*. São Paulo: Pioneira, 2000. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/armando/cap2/cap2.htm><http://www.eps.ufsc.br/disserta96/armando/index/index.htm> – sumario<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/armando/cap4/cap4.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2010.

SANTOS, Carlos Maurício. *Ergonomia: análise e projeto ergonômico do posto de trabalho*.

SLACK, N. et al. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1997.

_____. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2008.

_____. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2002.

