

Universidade Federal de Santa Catarina
Pró-Reitoria de Ensino de Graduação
Departamento de Ensino de Graduação a Distância
Centro Socioeconômico
Departamento de Ciências da Administração

Administração da Produção

Professores

Luiz Salgado Klaes e Rolf Hermann Erdmann

2013

2ª edição revisada e atualizada

1ª edição – 2010

K63a Klaes, Luiz Salgado

Administração da produção / Luiz Salgado Klaes e Rolf Hermann Erdmann. – 2. Ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2013.

192p.

Inclui bibliografia

Curso de Graduação em Administração, modalidade a Distância

ISBN: 978-85-7988-170-1

1. Administração da produção. 2. Administração de materiais.
3. Controle de produção. 4. Almoxarifados. 5. Educação a distância.
I. Erdmann, Rolf Hermann. II. Título.

CDU: 658.5

Catlogação na publicação por: Onélia Silva Guimarães CRB-14/071

PRESIDENTE DA REPÚBLICA – *Dilma Vana Rousseff*

MINISTRO DA EDUCAÇÃO – *Aloizio Mercadante*

DIRETOR DO DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA – *Hélio Chaves Filho*

COORDENADOR DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR – *Jorge Almeida Guimarães*

DIRETOR DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA – *João Carlos Teatini de Souza Clímaco*

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

REITORA – *Roselane Neckel*

VICE-REITORA – *Lúcia Helena Martins Pacheco*

PRÓ-REITORA DE GRADUAÇÃO – *Roselane Fátima Campos*

DIRETOR DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO ACADÊMICO – *Carlos José de Carvalho Pinto*

COORDENADOR UAB – *Eleonora Milano Falcão Vieira*

CENTRO SOCIOECONÔMICO

DIRETORA – *Elisete Dahmer Pfitscher*

VICE-DIRETOR – *Rolf Hermann Erdmann*

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA ADMINISTRAÇÃO

CHEFE DO DEPARTAMENTO – *Marcos Baptista Lopez Dalmau*

SUBCHEFE DO DEPARTAMENTO – *Marilda Todescat*

COORDENADOR DE CURSO – *Rogério da Silva Nunes*

SUBCOORDENADOR DE CURSO – *Andressa Sasaki Vasques Pacheco*

COMISSÃO EDITORIAL E DE REVISÃO – *Alessandra de Linhares Jacobsen*

Maurício Roque Serva de Oliveira

Paulo Otolini Garrido

Claudelino Martins Dias Junior

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS – *Denise Aparecida Bunn*

DESIGN INSTRUCIONAL – *Denise Aparecida Bunn*

Patrícia Regina da Costa

PROJETO GRÁFICO – *Annye Cristiny Tessaro*

DIAGRAMAÇÃO – *Annye Cristiny Tessaro*

Rita Castelan

ILUSTRAÇÃO – *Adriano S. Reibnitz*

REVISÃO DE PORTUGUÊS – *Patrícia Regina da Costa*

Sergio Luiz Meira

ORGANIZAÇÃO DO CONTEÚDO – *Luiz Salgado Klaes*

Rolf Hermann Erdmann

Apresentação

Prezado estudante,

Seja bem-vindo à disciplina de *Administração da Produção*!

A Administração da Produção é responsável pelo estudo e pelo desenvolvimento de técnicas de gestão da produção de bens e serviços. Segundo Slack (1999), ela tem papel fundamental dentro das organizações, pois se encarrega de alcançar os objetivos traçados pela empresa, ou seja, trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços.

Na Unidade 1, conheceremos os passos para a elaboração de um projeto de produto; e identificaremos as peculiaridades em projeto de serviços.

Na Unidade 2, identificaremos as etapas do projeto de um processo; conheceremos algumas particularidades dos processos de serviços; e, ainda, saberemos qual a importância da engenharia simultânea.

Na Unidade 3, compreenderemos o conceito de manufatura sincronizada e a Técnica de Optimised Production Technology – OPT. Teremos, também, a oportunidade de interpretar processos produtivos sob a ótica do OPT (Tecnologia da Produção Optimizada, em português).

Na quarta Unidade, conheceremos os conceitos do Estudo de Tempos e Movimentos que são a base fundamental para compreender o gerenciamento das atividades de produção, em qualquer tipo de organização; e estudaremos a importância desse tema nos processos industriais e comerciais.

Na Unidade 5, compreenderemos o conceito de *layout* ou Arranjo Físico, sua importância para o projeto de instalação ou remodelação de um complexo industrial. Também identificaremos os principais tipos de Arranjo Físico.

Na última Unidade, estudaremos sobre a Localização Industrial e suas técnicas de análise, situando o tema historicamente.

Esperamos contribuir bastante com o seu aprendizado. E lembre-se de que estamos à sua disposição para auxiliá-lo no que for necessário.

Sucesso!

Professores Luiz Salgado Klaes e Rolf Hermann Erdmann

Sumário

Unidade 1 – O Projeto do Produto

Contextualização do Planejamento da Produção	13
Projeto do Produto	15
Aspectos Particulares para o Projeto de Serviços.	23
O Posicionamento de um Sistema de Serviços quanto à Complexidade e à Divergência do Mercado e dos Clientes.	29
Resumindo.	32

Unidade 2 – Projeto do Processo

Projeto do Processo	35
Algumas Considerações sobre o Projeto de Serviços.	40
Técnicas de Engenharia Industrial para Estabelecer Padrões e Melhorar Métodos.	44
Engenharia Simultânea.	46
Resumindo.	51

Unidade 3 – A Produção e as Restrições

Manufatura Sincronizada e OPT.	55
A Contabilidade de Ganhos	59
Programação Orientada pelas Restrições – A Técnica do OPT	61
Resumindo.	66

Unidade 4 – Estudo de Tempos e Movimentos

Evolução Histórica	69
Histórico	73
Estudo de Movimentos e Tempos	76
Início do Estudo	79

Estudo de Micromovimentos	80
Therblig	85
A Interpretação	89
Cronometragem	90
Solução de Problemas	91
Gráfico do Fluxo do Processo ou Fluxograma.	94
Mapofluxograma.	100
Gráfico de Operações	104
Análise das Operações	108
Diagrama SIMO	108
Análise do Método de Trabalho	113
Medida do Trabalho	115
Resumindo	118
Atividades de aprendizagem.	119

Unidade 5 – Arranjo Físico

Arranjo Físico	123
Conceitos e Importância	123
Objetivo	127
Importância do Estudo do Arranjo Físico	130
Tipos de Arranjo Físico	133
Linha de Montagem	145
Equipamentos de Manuseio	145
Balanceamento de Linhas.	146
Analisando Arranjo Físico com Computador.	151
Resumindo	154
Atividades de aprendizagem.	155

Unidade 6 – Localização Industrial – Técnicas de Análise

Localização Industrial	159
Evolução.	159
Teoria da Localização	162
Tipos de Localização.	168
Localização de Instalações Industriais	171
Dados, Políticas e Incentivos	176
Técnicas de Localização	177
Localizando Instalações de Serviços	182
Resumindo	184
Atividades de aprendizagem	185
Referências	186
Minicurriculo	192

1

UNIDADE

O Projeto do Produto

Rolf Hermann Erdmann



Nesta Unidade, você terá a oportunidade de conhecer os passos para elaboração de um projeto de produto e também identificará as peculiaridades em projeto de serviços.

Contextualização do Planejamento da Produção

Caro estudante,

Vamos iniciar a primeira Unidade desta disciplina. O Planejamento da Produção é um dos principais fatores que influenciam a produtividade industrial; e as empresas devem se adaptar às condições de mercado, pois ele está em constante mudança. E você precisa acompanhar essas transformações.

Então, vamos ao trabalho e bons estudos!

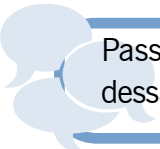
O Planejamento da Produção é composto por procedimentos que preparam e organizam informações que permitem a programação e o controle da produção. É nessa etapa que o gerenciamento da produção se apoia para definir os seus parâmetros mais amplos, sejam eles de ordem técnica, mercadológica ou financeira.

A Produção pode ser de bens ou de serviços, logo, podemos partir da premissa de que os conceitos da produção de serviços guardam relação com aqueles da produção de bens. Administrar a produção implica: planejar, organizar e controlar. O planejamento de um sistema de produção deve ser entendido como o conjunto de itens antecipados no tempo que podem ter uma duração (atualidade) relativamente longa. Já a programação, que igualmente projeta o futuro, o faz para horizontes mais próximos.

Primeiramente, vamos abordar a primeira fase, o planejamento. O planejamento da produção **pode** ser composto das seguintes etapas:

- Projeto do Produto (que pode ser um bem ou um serviço);
- Projeto do Processo de produção; e
- Definição das quantidades (capacidade e demanda).

Estamos usando a expressão “pode”, porque não se trata de uma questão fechada nem unânime.

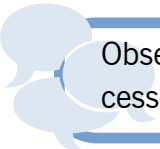


Passaremos então a descrever brevemente cada uma dessas etapas. Fique atento aos assuntos a seguir.

O **Projeto do Produto** define como será o produto e a sua caracterização se prestará a orientar o projeto do processo e as operações, interagindo continuamente na direção de seu aperfeiçoamento. Consiste em definir **o que** será produzido, **qual** resultado deverá ser alcançado ou servirá para **quê**. Para tanto, são utilizados desenhos, listas de materiais, fluxogramas, descrições e quaisquer outros instrumentos que contenham caracterizações do **serviço**.

O **Projeto do Processo** determina como, onde e com quais recursos o serviço projetado poderá ser produzido. Consiste em estabelecer métodos e processos para a fabricação de um produto. O processo constitui um conjunto ordenado de atividades.

Em outras palavras, trata-se da especificação dos processos, as etapas e a sequência das tarefas necessárias, satisfazendo o que foi determinado no projeto; é o plano de execução ou de elaboração e apresenta-se sob a forma de um roteiro ou descrição das operações, indicando máquinas ou equipamentos utilizados, mão de obra necessária e tempo de execução.



Observe que o projeto do produto e o projeto do processo, juntos, determinam o custo do produto.

A **Definição das quantidades** é o volume de serviço a ser fornecido e a capacidade é o potencial de produção do sistema que é, normalmente, expressa em termos de volume de saídas. A definição depende, além da capacidade, da demanda, que é a quantidade que o mercado está disposto a absorver.

A partir da linha de raciocínio exposta e considerando que o conceito de Planejamento é aberto, você acrescentaria mais algum item ao planejamento? Justifique:



No caso de serviços, podemos descrevê-los em termos de efeitos a serem observados sobre algo; ou sentidos, se a ação se der sobre a pessoa.

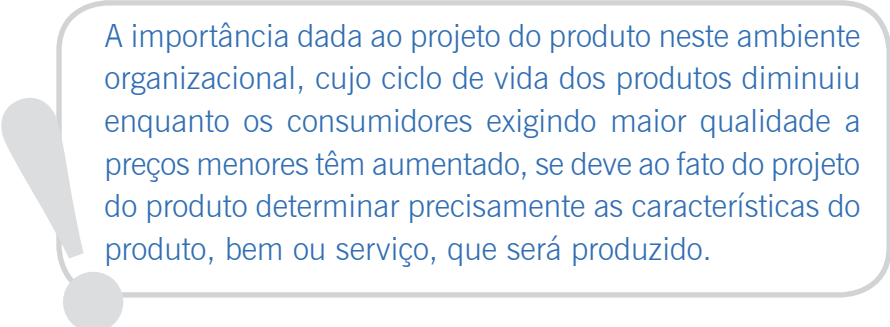
Projeto do Produto

O desenvolvimento de novos produtos, de alta qualidade, com a possibilidade de proporcionar boa lucratividade tornou-se um fator fundamental para as organizações. De acordo com Oishi (1995), a necessidade de desenvolver novos produtos advém das mudanças do mercado, das inovações tecnológicas e da concorrência crescente em torno de produtos mais rentáveis.

Mas vamos ver o que é o produto? O produto é o que deve resultar de um sistema de produção para ser oferecido aos consumidores e assim satisfazer suas necessidades e expectativas. O produto “é o resultado dos sistemas produtivos, podendo ser um bem manufaturado, um serviço ou uma informação” (MARTINS; LAUGENI, 2002, p. 372).

Segundo Slack *et al.* (1997), um produto pode ser visto sob três aspectos:

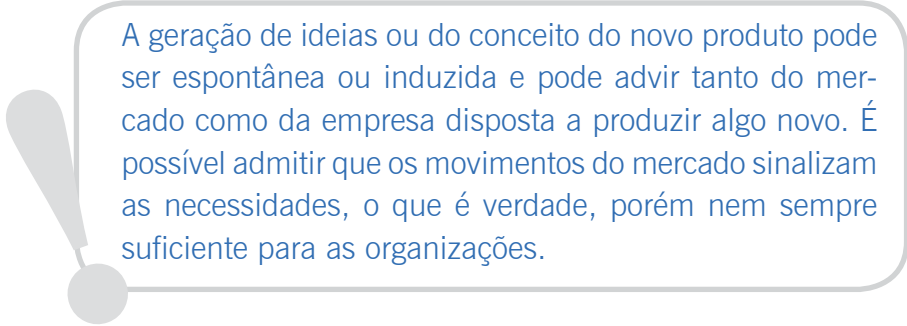
- Conceito – constituído dos benefícios que o consumidor espera.
- Conjunto de bens e serviços – que proporcionam os benefícios esperados.
- Processo – que é a descrição da maneira de produzi-lo. Essa definição inclui dois dos itens fundamentais do planejamento: o projeto do produto, que é a sua definição e caracterização; e o processo, que é a maneira de obtê-lo.



A importância dada ao projeto do produto neste ambiente organizacional, cujo ciclo de vida dos produtos diminuiu enquanto os consumidores exigindo maior qualidade a preços menores têm aumentado, se deve ao fato do projeto do produto determinar precisamente as características do produto, bem ou serviço, que será produzido.

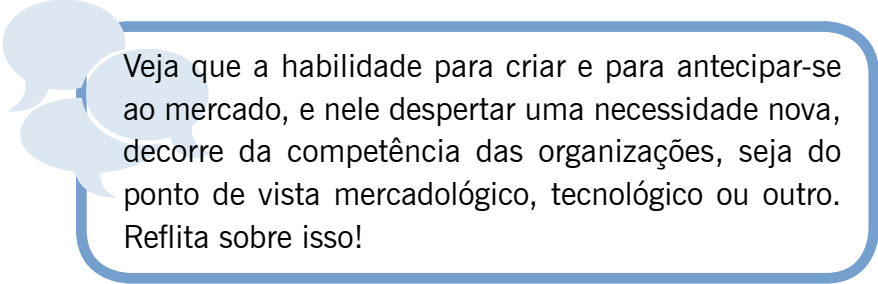
Então, o produto é o que deve resultar de um sistema de produção para ser oferecido aos consumidores e assim satisfazer suas necessidades e expectativas.

O projeto do produto decorre de um processo de criatividade que se inicia, segundo Moreira (1996), com uma etapa de “geração e filtragem de ideias”, e segue com o “projeto inicial do produto”, a “análise econômica”, os “testes de protótipo”, e o “projeto final”. Outros autores (SLACK *et al.*, 1997; MONKS, 1987) propõem esquemas similares.



A geração de ideias ou do conceito do novo produto pode ser espontânea ou induzida e pode advir tanto do mercado como da empresa disposta a produzir algo novo. É possível admitir que os movimentos do mercado sinalizam as necessidades, o que é verdade, porém nem sempre suficiente para as organizações.

Temos, então, duas estratégias para criação de novos produtos: a consulta ao mercado e a criação para antecipação à demanda. A consulta ao mercado baseia-se em estudos de comportamento, tamanho do setor, características do usuário, estilo de vida, gostos, capacidade de consumo etc. Isso nos leva, geralmente, a algum tipo de produto já conhecido e, por isso mesmo, a uma solução de menor risco. É preciso considerar os consumidores potenciais, a estabilidade do mercado, as tendências do mercado, os esforços promocionais, a concorrência e a demanda.



Veja que a habilidade para criar e para antecipar-se ao mercado, e nele despertar uma necessidade nova, decorre da competência das organizações, seja do ponto de vista mercadológico, tecnológico ou outro. Reflita sobre isso!

A antecipação à demanda ou estratégia inovadora é aquela que procura desenvolver produtos novos, até então inexistentes, que podem inclusive modificar costumes. Existe, evidentemente, um risco associado, e, da mesma forma, um diferencial que pode ser uma grande vantagem competitiva.

A ideia concebida deve guardar proporções com o potencial técnico disponível, o que significa conhecimento, equipamentos e instalações apropriados. A respeito das características tecnológicas do produto e as correspondentes exigências do sistema de produção, várias considerações devem ser feitas, como a tecnologia disponível para fabricar os componentes necessários, a experiência prévia com o tipo de produto, o tempo de desenvolvimento do projeto, a flexibilidade para permitir alterações no projeto e o custo final do produto.

A dinâmica acentuada e as alterações de tendência rápidas do ambiente exigem a consideração de outro fator de competição: a necessária agilidade dos sistemas de produção, o que, além de características de engenharia, implica a existência de competência gerencial.

Essa agilidade depende das características do sistema de produção de cada organização, do tipo de produto, do processo, da cadeia de fornecedores e distribuidores e, especialmente, da programação e controle da produção, além do princípio segundo o qual a empresa opera. Ao lado dos aspectos técnicos, humanos e gerenciais faz-se a avaliação do potencial mercadológico.

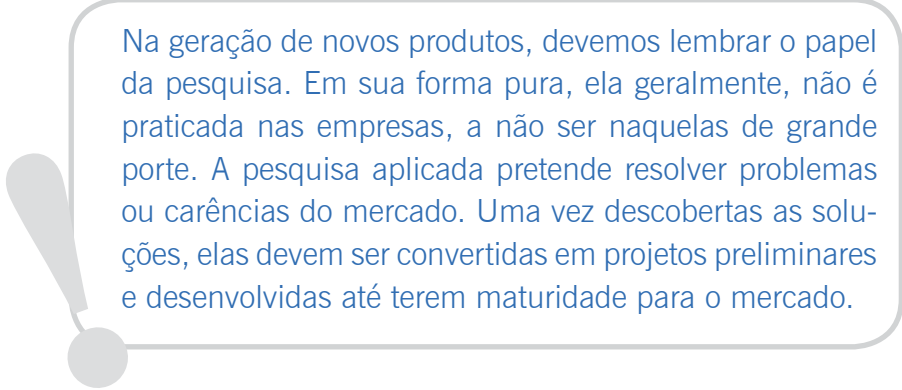
Muitas vezes, ao gerar o conceito do produto, já estamos influenciados por alguma ideia ou concepção de estratégia de mercado ou, ainda, pelo vislumbre de algum nicho. Existem alguns aspectos que podem influenciar substancialmente o desempenho mercadológico do produto: a qualidade, a velocidade com que o produto é elaborado e colocado no mercado, a confiabilidade que garante que todos os produtos sejam produzidos de acordo com o projeto e que tenham as mesmas características, a facilidade de uso, a estética, a imagem do produto e da empresa e o baixo custo de uso e de aquisição do produto.

Nicho – mercado especializado e que geralmente oferece novas oportunidades de negócio. Fonte: Houaiss (2009).

Observe que, além disso, devemos considerar seu ciclo de vida, as mudanças de hábito e de comportamento do mercado e os aspectos ecológicos.

Em resumo, podemos invocar Moreira (1996), que apresenta três balizadores que precisam ser considerados quando iniciamos o projeto de um novo produto: as características tecnológicas do produto e as correspondentes exigências do sistema de produção, as estimativas de sucesso mercadológico e o resultado financeiro que pode ser esperado (retorno real sobre o investimento de capital).

A conjugação dos aspectos tecnológicos e mercadológicos anteriores permite a construção de cenários, e a tomada de decisão é submetida à complexidade dos movimentos do meio em que as organizações se encontram.



Na geração de novos produtos, devemos lembrar o papel da pesquisa. Em sua forma pura, ela geralmente, não é praticada nas empresas, a não ser naquelas de grande porte. A pesquisa aplicada pretende resolver problemas ou carências do mercado. Uma vez descobertas as soluções, elas devem ser convertidas em projetos preliminares e desenvolvidas até terem maturidade para o mercado.

O desenvolvimento da ideia inicial, e após a avaliação do potencial técnico-mercadológico, leva ao começo do projeto, visando já estabelecer uma conexão com mercados específicos. Configura-se, então, o projeto inicial do produto.

Nessa etapa, é necessário definir uma forma agradável e atraente para o produto, conciliando detalhes funcionais e tecnológicos e tendo em mente o que o consumidor vai perceber em relação a tais fatores. Por detalhes funcionais devemos entender a parte física (peso, tamanho, aparência), a segurança, a necessidade de manutenção, a qualidade e a confiabilidade, além de aspectos de funcionalidade e manuseio (MOREIRA, 1996). Interpretando esses aspectos, podemos trabalhar na definição do produto, nas suas características tecnológicas, dimensionais e de adequação de materiais. Trata-se da definição das necessidades técnicas, às quais é acrescida, ainda, a consideração dos métodos de produção e da capacidade técnica necessária para tanto.

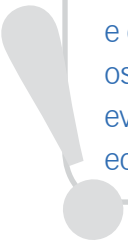
O projeto do produto deve considerar a existência de materiais novos, tanto para os produtos como para ferramentas e outros meios de produção. Devemos relevar a crescente importância de materiais alternativos

e dos reciclados. Existem exemplos mais comuns de **reciclagem** como a dos plásticos para a fabricação de tubos, cordas e recipientes; do vidro para a fabricação de louça de vidro e garrafas; e do papel para a fabricação de papel e papelão. Outros exemplos menos conhecidos são a fabricação de telhas e tijolos a partir de entulhos de concreto, de cerâmica e de blocos; e de motor de automóvel a partir de moedas de países do leste europeu.

A análise econômica, cujas considerações iniciais foram feitas no momento da geração do conceito inicial, permanece presente, conjugando o produto (o que já sabemos sobre ele) e a estimativa de demanda, seu potencial de crescimento e duração; a demanda é um dos aspectos que define o volume a ser produzido (o outro é a capacidade de produção do sistema), que resulta de outra etapa do planejamento da produção: a definição de quantidades. Isso envolve a projeção do ciclo de vida do produto, o que por sua vez se relaciona com a fase anterior, a do projeto inicial, e as posteriores, protótipo e projeto detalhado. O ciclo de vida compõe-se de uma fase inicial, de colocação do produto no mercado relativamente lenta, seguida de uma fase de crescimento acelerado; depois a maturidade, que pode ser prolongada com boas estratégias de marketing e atualizações do produto e, posteriormente, o declínio. O desenvolvimento do produto, em suas diversas etapas anteriormente mencionadas deve, em tempos atuais, demorar o mínimo possível. A dinâmica do mercado é muito acentuada e não permite ciclos longos, o que muitas vezes inviabiliza um produto antes mesmo que ele seja lançado.



Leia mais sobre reciclagem, em: http://www.suapesquisa.com/o_que_e/residuos_solidos.htm. Acesso em: 10 abr. 2013.



Classicamente, apresentamos aqui a decisão entre fabricar e comprar o produto como resultado da comparação entre os custos de produção e os praticados por fornecedores; eventualmente, podemos desistir de lançá-lo, caso a análise econômica apontar nessa direção.

Tomada a decisão de levar adiante o projeto e analisadas e incorporadas as modificações sugeridas, as alternativas definitivas são geradas. Também são construídos os protótipos que permitirão a realização de testes preliminares de desempenho de função e de mercado. A materialização da ideia permitirá que a equipe envolvida faça suas avaliações e encaminhe as

Designer – especialista que trabalha com desenho gráfico. Fonte: Houaiss (2009).

Protótipo – produto fabricado unitariamente ou feito de modo artesanal segundo as especificações de um projeto, com a finalidade de servir de teste antes da sua fabricação em escala industrial. Fonte: Houaiss (2009).

Fábrica – relativo à fábrica ou à atividade de fabricante. Fonte: Houaiss (2009).

modificações. O projetista do produto (ou equipe) verificará se o produto atende satisfatoriamente às necessidades funcionais e de desempenho para as quais foi criado. Ao designer competirá avaliar a forma e o equilíbrio do produto com a funcionalidade e a tecnologia envolvida. Os testes de protótipo servirão, também, para finalizar as decisões sobre materiais e equipamentos utilizados.

É uma etapa de intensa interação entre os projetistas (pesquisa e desenvolvimento) e o marketing, sendo possível introduzir modificações; as decisões são de grande importância, tanto pelo volume de dinheiro envolvido como pelo risco, pois algumas vezes plantas fábricas devem ser inteiramente remodeladas ou até mesmo reconstruídas. O tipo de produto será determinante neste caso, especialmente se o seu processo de produção exigir o emprego intensivo de capital. A capacidade do processo, que já terá sido levada em conta nas fases anteriores, deve novamente ser considerada. A interação entre o projeto do produto e o do processo assume contornos mais precisos, pois as operações necessárias devem ser possíveis e estarem disponíveis a custos adequados e em quantidade e qualidade necessária.



Fica claro que, apesar de uma ordem lógica, o projeto do produto não segue necessariamente uma orientação sequencial e sim simultânea. Isso significa, por exemplo, que a análise econômica pode e deve a esta altura ser retomada, assim como quaisquer etapas a qualquer hora, como forma de maximizar as chances de acerto.

Chegamos ao projeto final; então, a área de projeto do produto especifica o produto em detalhes para que a produção possa ser realizada. Isso implica em criar e disponibilizar os desenhos, instruções técnicas quanto à execução de certas operações, lista de materiais e peças com suas especificações: propriedades, composição, dimensões e respectivas tolerâncias, características de resistência e desempenho, dureza, consistência, aparência e acabamento, cheiro, paladar, comportamento ou qualquer outra característica peculiar a um bem ou serviço.

Apresentamos a seguir a Figura 1, que resume as etapas mencionadas, mas é necessário ressaltar que, devido à diversidade dos produtos e características das diversas organizações, algumas etapas podem ser suprimidas e outras enfatizadas.

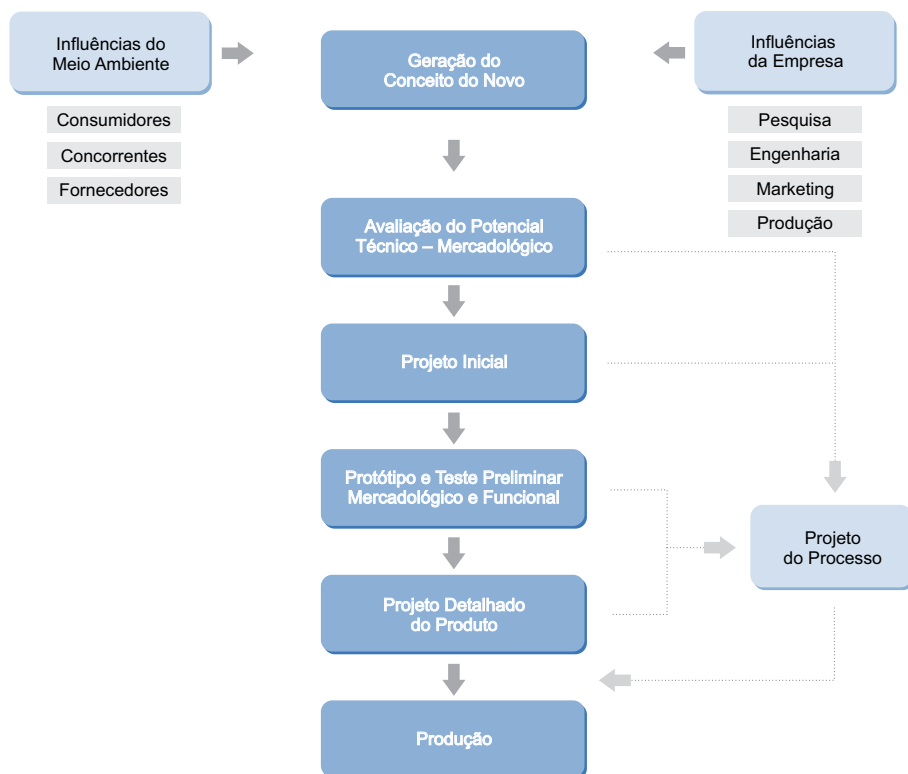


Figura 1: Etapas para o desenvolvimento do Projeto do Produto
Fonte: Adaptada de Moreira (1996), Slack *et al.* (1997) e Monks (1987)

Um ponto importante apresentado na Figura 2 é a consideração do projeto do processo durante o projeto do produto. Isso está de acordo com conceitos de engenharia simultânea que propõem a integração de atividades com o intuito de diminuir o tempo de desenvolvimento, bem como os custos, e aumentar a qualidade, pois vários fatores são considerados ao mesmo tempo, o que induz equipes a trabalharem em sintonia e estarem orientadas por objetivos e valores comuns. Assim, podemos obter uma redução no tempo de desenvolvimento do projeto e uma diminuição de problemas na produção.

Uma última verificação do projeto poderia levar em consideração as seguintes questões: o produto foi projetado ergonomicamente? É seguro ou vai além dos padrões mínimos exigidos? Consegue atender com sucesso às necessidades do consumidor? É compatível com o meio ambiente?

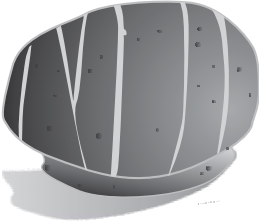
Ergonomicamente – de ergonomia, otimização das condições de trabalho humano, por meio de métodos da tecnologia e do desenho industrial. Fonte: Houaiss (2009).

O projeto prevê economia de materiais, sua fabricação e facilidades no processo, além de um uso econômico? Os elementos estéticos, assim como a informação gráfica, estão integrados de forma apropriada? Qual o horizonte de sua vida útil? Quais as facilidades e os custos de manutenção? Quais os ganhos em uma eventual revenda ou custos de sua eliminação?

O sucesso ou o fracasso de um produto pode depender de vários fatores: o resultado será a compra, ou não, do produto pelo consumidor, que pode ficar em dúvida sobre essa aquisição com relação a diferentes aspectos, tais como:

- O produto atende à finalidade para a qual foi comprado?
- O preço é compatível com a sua utilidade?
- Há dificuldade em usá-lo?
- Possuí-lo é um motivo de orgulho?
- O produto traz bem-estar ou ajuda a trabalhar melhor?

O projeto do produto deve resultar em uma ficha de produto, e nela devem estar detalhados todos os componentes do produto, quantidades a utilizar e preços para uma unidade ou lote padrão, conforme o Quadro 1.

Nome do produto: Bombom e chocolate		Código: CH002
Descrição do produto: Bombom de chocolate amargo com recheio de amêndoas.		
Observação geral: para cada 1.000g de amêndoas há uma perda de 250g com cascas.		
Quantidade por Kg	Matéria-prima utilizada	Custo MP
1000g	Amêndoas	7,40
80g	Chocolate ao leite	1,10
170g	Chocolate amargo	2,46
Custo total da matéria-prima		10,96
Quantidade total de unidades por Kg: 25		
		
Tempo limite para estocagem: 60 dias.		

Quadro 1: Ficha do Produto

Fonte: Adaptado de Erdmann (2007, p. 58)

Vamos tentar colocar na prática o que você aprendeu há pouco. Preencha o quadro a seguir como o Quadro 1, e simule um projeto de produto de sua livre escolha.

Nome do produto:		Código:
Descrição do produto:		
Observação geral:		
Quantidade	Matéria-prima utilizada	Custo MP
Custo total da matéria-prima		
Tempo limite para estocagem:		

Aspectos Particulares para o Projeto de Serviços

O projeto de um serviço é a sua descrição detalhada, de forma a caracterizá-lo para finalidades como informar o cliente, permitir que o sistema de produção possa produzi-lo e oferecer subsídios para determinação e controle de custos. Os serviços devem levar em conta as peculiaridades inerentes, como o encontro entre o fornecedor e o consumidor.

Assim, é necessário caracterizar o **encontro** e a interação entre o cliente, o pessoal de contato (linha de frente) e a organização de serviço. Isso implica em identificar os **momentos da verdade** para a avaliação e obtenção da qualidade de serviço.

Momento da verdade é uma expressão utilizada por Richard Normann (1993) para simbolizar o momento de contato (encontro) entre o fornecedor do serviço e o cliente. A percepção do cliente (avaliação do serviço) a respeito do serviço é formada em cada um dos momentos da verdade.

Check-in – registro de uma pessoa na entrada de algum local. Pode ser, por exemplo, um hóspede que está entrando num hotel ou um passageiro que está se apresentando, no aeroporto, no balcão de uma empresa aérea, para o embarque. Fonte: Lacombe (2004).

Tríade – conjunto de três entidades, seres, objetos etc. de igual natureza; tríada, trindade. Fonte: Houaiss (2009).

Burocracia – os trâmites de um processo ou sistema. Fonte: Houaiss (2009).

Tolhido – que sofreu proibição; vedado. Fonte: Houaiss (2009).

Franquia – contrato em que o titular de uma marca registrada, patente ou registro de propriedade industrial concede a outrem licença para a utilização de sua marca, bem como de seu processo de produção, produtos ou sistema de negócios, mediante o cumprimento de determinadas condições. Fonte: Houaiss (2009).

Cada momento é uma oportunidade de melhorar a qualidade do serviço. Por exemplo, o passageiro de uma empresa aérea experimenta vários encontros, desde a reserva da passagem por telefone até o check-in da bagagem.

Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000, p. 224) apresentam a tríade do encontro de serviço, uma forma de interpretação e análise útil para melhorar novos serviços.

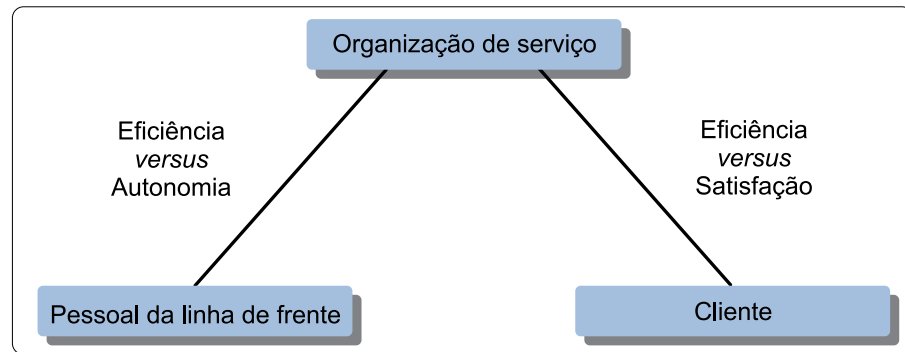


Figura 2: Tríade do encontro do serviço

Fonte: Adaptada de Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000, p. 224)

Uma das características do serviço é a presença e participação do cliente no processo de produção. Cada momento da verdade (encontro fornecedor-cliente) envolve uma interação (de interesses) do cliente, da organização de serviço e do pessoal de contato (os que atendem diretamente). Essas três partes em interação podem levar a possíveis fontes de conflito. O domínio de algumas das partes é perfeitamente possível.

- Quando a Organização de Serviço é dominante temos, geralmente, um cenário com predomínio da burocracia. Haverá uma comunicação com o cliente visando não frustrar suas expectativas; dizer o que não devem esperar de seu serviço. Essa relativa rigidez pode resultar na falta de autonomia da linha de frente em lidar com clientes. Isso é determinante na satisfação do empregado que, sem autonomia, estará limitado com relação à sua criatividade. Também o cliente estará tolhido nas suas interações. Há casos de sucesso baseados na adoção desses padrões, como é o caso de grandes redes de lanchonetes que adotam o sistema de franquia.
- O domínio pode ser do Pessoal de Contato. É o caso em que a pessoa de contato tem autoridade concedida ou então está em uma

posição autônoma. A autonomia requer competência, maturidade e responsabilidade e o seu exercício proporciona a criatividade e, conseqüentemente, o incremento da qualidade. Portanto, deve ser vista como positiva. Mas há momentos em que esse domínio decorre de situações absolutamente técnicas (domínio por conhecimento), por exemplo, um caso do médico com o paciente. O paciente é colocado em uma posição subordinada e tende a aceitar essa situação naturalmente. Nesse caso, o hospital é um aliado organizacional, que respalda as decisões e atividades do profissional.

- O encontro dominado pelo cliente ocorre em situações extremas. No caso de serviços muito padronizados (posto de autosserviço), isso pode significar o controle completo do cliente, limitado ao que é oferecido, ou então no caso de serviços personalizados, como um atendimento em uma barbearia, em que o serviço é totalmente adaptado ao cliente.

Respaldo – apoio, geralmente de caráter moral ou político. Fonte: Houaiss (2009).

A eficiência do sistema de atendimento baseia-se na harmonia entre as três partes. As pessoas da linha de frente devem ser bem treinadas, com seleção, capacitação, desenvolvimento e recompensas, portanto, hábeis e competentes para se posicionarem no atendimento aos clientes, com adequada dose de autonomia para permitir o crescimento e a melhoria dos serviços. A comunicação com o cliente deve ser eficaz.

O cliente, por ser participante do processo, quer ser ouvido e ouvir; ele necessita expressar as suas demandas que, se não puderem ser atendidas, devem merecer uma explicação. Já a organização precisa manter o seu domínio sobre as informações e os processos e assim garantir o fornecimento dos produtos.

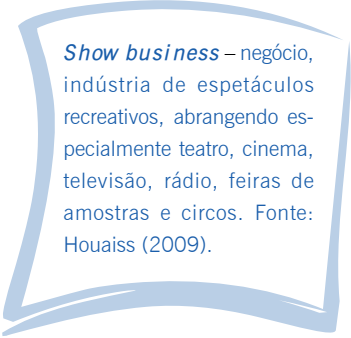
Essa composição de forças ou tríade do encontro do serviço, é naturalmente influenciada pelo tipo de negócio, isso significa entre outras coisas, a capacidade do pessoal, a maturidade e o grau de informação da clientela sobre o serviço fornecido, a sua participação no processo e a flexibilidade requerida para a obtenção do resultado.

Essas questões todas passam pelo filtro da **cultura organizacional** que oferece maneiras diferentes de ver e de pensar sobre as coisas, refletindo nas atitudes que as pessoas tomam diante das situações cotidianas. São códigos de conduta que determinam o comportamento das pessoas que atendem e compram o serviço, assim com o comportamento da organização, quanto à prescrição e estruturação da situação.

Em outras palavras, cultura organizacional é um conjunto de crenças e expectativas que são compartilhadas pelos membros e produzem normas que definem o comportamento dos indivíduos; as tradições e crenças que distinguem as formas organizacionais, dando vida à estrutura; o sistema de orientações compartilhadas que mantêm a organização e lhe dão uma identidade distinta.



Observe que as pessoas (clientes e prestadores de serviço) estabelecem seus contatos em meio a um contexto cultural. A cultura faz o fornecedor valorizar ou não o seu papel e também ajuda o cliente a determinar o valor do serviço recebido.



Show business – negócio, indústria de espetáculos recreativos, abrangendo especialmente teatro, cinema, televisão, rádio, feiras de amostras e circos. Fonte: Houaiss (2009).

Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000) enfatizam que a escolha de linguagem é uma das maneiras de comunicar valores. Veja, por exemplo, a Walt Disney Corporation que, em seu parque, usa expressões como *show business*, caracterizando que estão no negócio de entretenimento. As pessoas, ao invés de empregados, são chamadas de elenco. Os empregados, que são “membros do elenco” trabalham tanto “no palco como atrás do palco”. Ambos são enfatizados e são necessários para fazer um *show*.

Os agentes do processo de elaboração de um serviço são as pessoas. Como o serviço implica em produção e consumo simultâneos, o pessoal que produz o serviço ou **pessoal da linha de frente** deve ter atributos como competência técnica, autonomia para as alterações e melhorias necessárias e possíveis, flexibilidade e tolerância para ambiguidades, habilidade para monitorar e mudar comportamentos de acordo com a situação e a empatia pelos clientes. Há pessoas que apreciam a interação com uma variedade de pessoas, enquanto outras consideram isso cansativo e desinteressante.



Essa inclinação natural e intrínseca das pessoas deve ser levada em consideração na sua seleção, o que se constitui em um elemento importante e decisivo para a garantia da qualidade do serviço.

Muitas são as dificuldades de interação entre cliente e pessoal de contato. Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000), aproximadamente 75% das dificuldades começam com falhas não técnicas na prestação do serviço; e essas falhas são de comunicação, ou até mesmo tentativas de burlar as regras estabelecidas, o que tem relação com questões culturais, já abordadas. Seguem, a seguir, alguns exemplos, e você poderá completar com exemplos de sua experiência, preenchendo as linhas disponíveis:

- Passageiros que levam bagagens muito grandes dentro do ônibus ou avião.

- Fumar em lugares fechados (existe uma reorientação cultural nessa questão que tende a provocar choques de interesses, enquanto a nova ordem não estiver consolidada). Onde não se deve fumar?

- Relacionamento com o uso de linguagem ou de expressões inapropriadas ou agressivas. Como caracterizar isso?

- Comportamento inadequado (assédio, por exemplo, inclusive decorrente de embriaguez). Não deve ser difícil achar um exemplo, não é?

- Ruptura de normas sociais (uso de trajes não apropriados para o ambiente). Onde você já viu isso?

- Linguagem ou forma de comunicação do prestador de serviço não dominada pelo cliente. Exemplo?

- Indisponibilidade de algum ingrediente ou aspecto que componha o serviço (o local, a mesa, o equipamento, o atendente pode não ser o da preferência pessoal do cliente). Todos nós temos preferências; então, em que momento você já viveu uma experiência como essa?

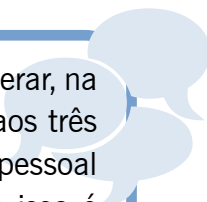
- A presteza que se espera não é correspondida, muitas vezes, por desconhecimento ou desinformação. Em que momento, como cliente, você recebeu esse atendimento? Como melhorar?

Todas essas questões estão relacionadas com as nossas características, seja como pessoas da linha de frente ou como clientes. Reconheça os tipos e observe em qual você se encaixa.

- Cliente poupador: é o cliente que quer o menor preço. Algumas vezes provoca o vendedor dizendo que vai procurar melhores preços no mercado. Se uma ameaça como essa se concretiza, é preciso ficar alerta para as ameaças dos concorrentes.
- O cliente ético: é o que se sente na obrigação de comprar de fornecedores social e ambientalmente responsáveis. As responsabilidades social e ambiental da empresa são componentes observados.
- O cliente personalizado: é o que quer reconhecimento e tratamento personalizado. Quer ser chamado pelo nome e ser distinguido dos demais.

- O cliente conveniente: é o atraído pela conveniência. Tende a pagar mais por serviços melhores, sem incômodos. Os serviços ampliados, como o comércio, que vendem por meio remoto e entregam as compras em casa, esses são o alvo.

Com qual tipo você se identifica (o que você acha que é)? Qual você gostaria de ser? E por quê?



Como vimos até aqui, os serviços devem considerar, na sua concepção, diferentes aspectos relativos aos três componentes da tríade do serviço: o cliente, o pessoal que presta o serviço e a organização. E tudo isso é fortemente influenciado pela cultura, não apenas da organização, mas de todo o contexto que a envolve.

O Posicionamento de um Sistema de Serviços quanto à Complexidade e à Divergência do Mercado e dos Clientes

As dimensões de complexidade e divergência permitem posicionar o serviço no mercado e, conseqüentemente, em relação aos concorrentes. O grau de divergência diz respeito à variação no processo de serviços, conforme o tipo de cliente que se queira atingir. O serviço padronizado significa baixa divergência e se caracteriza por grandes volumes e detalhada definição. São serviços não personalizados (como lava rápido de carros e venda de peças). O serviço de alta divergência é para clientes especiais que requerem alto nível técnico e pessoal altamente qualificado (como os consultores). O grau de complexidade é determinado pelo número e pela complexidade dos passos de um processo. Como exemplo, a preparação de um PF (Prato Feito) é menos complexa do que a de um prato em um restaurante sofisticado.

Já vimos que existem dimensões e variáveis importantes na definição de um serviço. No quesito complexidade-divergência, cite a partir de seu cotidiano, um caso de serviço de:

- Alta complexidade (muitos e/ou complexos passos) e baixa divergência (sem variações).

- Baixa complexidade (poucos e/ou passos simples) e alta divergência (muitas variações/personalização).

- Alta complexidade (muitos e/ou complexos passos) e alta divergência (muitas variações/personalização).

Agora que você já tomou contato com as etapas do projeto de um produto (bem ou serviço), já preencheu o formulário de projeto sugerido para produtos materiais (bens), exercite o projeto do produto para um serviço. Não há regras ou modelos fechados, mas, propomos os seguintes passos ou etapas a serem cumpridas:

- Identifique o serviço:

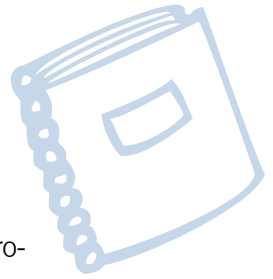
- Descreva o resultado ou efeito que deve ser visto, sentido ou percebido, durante ou após a realização do serviço.

- Relacione os materiais a serem consumidos durante a realização do serviço.

- Descreva as instalações necessárias.

- Aponte possíveis efeitos secundários importantes que poderiam surpreender o comprador do serviço.

Resumindo



Chegamos ao final da Unidade 1. Aqui aprendemos sobre projeto de produtos. Inicialmente apresentamos as etapas normalmente seguidas para projetar produtos, sejam eles bens (produtos materiais) ou serviços (produtos imateriais). Vimos que no início nos atemos ao desenvolvimento de um conceito que, ao final, resulta em uma ficha de produto. Em seguida, aprendemos uma particularização para o caso dos serviços. Ressaltamos que as etapas para projetar serviços podem ser as mesmas, porém, há, no entanto, algumas abordagens que auxiliam na análise de um projeto de serviços, como a tríade do encontro dos serviços.

Aqui aprendemos sobre elaboração de um projeto de produto e as particularidades em projeto de serviços. Lembre-se de que estamos à sua disposição para lhe auxiliar no que for necessário. É importante ressaltar que você já realizou algumas atividades ao longo da Unidade, mas se quiser se aprofundar mais no assunto abordado aqui, pesquise em outras fontes de conhecimento, exercite sua opinião crítica e faça questionamentos ao seu tutor.

Bons estudos!

2

UNIDADE

Projeto do Processo

Rolf Hermann Erdmann



Nesta Unidade, você identificará as etapas do projeto de um processo; conhecerá algumas particularidades dos processos de serviços e, ainda, saberá da importância da engenharia simultânea.

Projeto do Processo

Caro estudante,

O projeto do processo incide em definir o modo que uma empresa utiliza para fabricar o seu produto (serviço ou informação). O projeto do processo trata-se da execução de um sistema de trabalho para produzir, dentro de orçamento preestabelecido, os produtos desejados nas quantidades exigidas.

Então, a partir de agora, vamos estudar o Projeto do Processo.

Mãos à obra!

O projeto do processo de produção tem a finalidade de determinar o melhor método de produção das peças, dos subconjuntos e da montagem dos produtos acabados (RUSSOMANO, 1986). Consiste em um plano de produção que especifica as etapas e a sequência das tarefas, com a finalidade de obter um produto que satisfaça às especificações determinadas no projeto do produto, ao menor custo benefício.

O processo é, em princípio, uma decorrência do projeto do produto, guardando entre si uma estreita relação de interatividade. Para Starr (1971), o processo de produção não pode ser totalmente especificado até que o produto tenha sido completamente detalhado; e o produto não pode ser completado sem ampla consideração do potencial do processo. Nesse sentido, as áreas de projeto do processo e do produto devem trabalhar em conjunto, trocando informações, para maior eficácia no planejamento da produção. Conforme Martins e Laugeni (2002, p. 320),

[...] em uma empresa industrial, entendemos como se dá um processo o percurso realizado por um material desde que entra na empresa até que dela sai com um grau determinado de transformação.

De acordo com Buffa (1979), processamento dá a ideia de transformação. O projeto de um processo descreverá uma transformação que pode ter como efeito: uma alteração química, uma mudança do perfil ou da forma básica, uma adição ou uma subtração de peças de um conjunto, uma mudança na localização do que é processado, como acontece nas operações de transporte, uma provisão ou o processamento em sistemas de informação, como ocorre nas operações de escritório, ou a verificação da precisão de qualquer processo, como se dá nas operações de inspeção.

No planejamento do processo, conforme Burbidge (1981), devemos levar em conta alguns aspectos e características relevantes que auxiliam na escolha do melhor processo produtivo para a fabricação de determinado produto. Com relação ao exame do trabalho a ser realizado, deve haver uma identificação prévia das quantidades, do tipo de material e das tolerâncias requeridas pelo produto. Outro fator importante está relacionado à determinação das máquinas e das ferramentas e dos centros produtivos que irão participar do processamento do produto. É preciso considerar, também, os novos equipamentos disponíveis e a capacidade do maquinário, até mesmo quanto à precisão, os novos conceitos de produção e a própria divisão do trabalho em operações. Ainda devem ser considerados a definição da sequência ideal de execução das operações, a lista do feramental específico necessário e os aspectos de padronização. O projeto do processo de produção, segundo Buffa (1979), tem cinco fases:

- Análise do produto e elaboração de diagramas: a análise do produto ajuda a determinar os passos gerais do projeto, bem como sua complexidade. Os diagramas são, em essência, um modelo esquemático do processo completo de manufatura, em um nível de informação e detalhe bastante alto. Os diagramas de montagem especificam a sequência de montagem e os grupos de peças; os diagramas de operações a sequência preferencial das operações, o equipamento, as ferramentas especiais e os acessórios; e os diagramas de fluxogramas operacionais, além das operações, demonstram as atividades de transporte e armazenamento.
- Decisão entre comprar ou fabricar: já mencionamos essa etapa quando falamos em projeto do produto. Como o principal critério entre comprar ou fabricar está baseado no custo benefício (e custos (diretos) são gerados por características tanto do produto como do processo), essa análise cabe para as duas

etapas ou, então, mediante uma consideração simultânea dos dois aspectos. Porém, fatores como qualidade, regularidade de fornecimento, controle de segredos comerciais, patentes, recursos para pesquisa e desenvolvimento de um fornecedor e necessidade de fontes alternativas de suprimento, dentre outros fatores, também devem ser considerados na decisão entre comprar ou fabricar o produto ou componente.

- Decisões do processo: a escolha entre processos alternativos está baseada em diversos fatores, dentre os quais, podemos destacar alguns: o volume de produção, custos de cada alternativa (maquinário, manutenção, ferramental, energia, suprimentos, mão de obra, pessoas), tempos de montagem e operação, tolerância, especialização requerida da mão de obra e qualidade.
- Posição do processo e projeto de ferramenta: a posição do processo diz respeito ao seu *layout* dentro da fábrica, que, muitas vezes, pode ser bastante complexo e de extrema importância se considerarmos, por exemplo, as células de manufatura. Já os projetos de ferramentas se relacionam aos instrumentos necessários para as operações.
- Fichas de encaminhamento ou operações de processo: nelas encontramos a especificação de como a peça será feita. A ficha de encaminhamento mostra as operações necessárias e a sua sequência preferencial, especifica a máquina ou equipamento a ser empregado e dá o tempo estimado de preparo da máquina e ferramental e o tempo de usinagem da peça. Já a ficha de operação fornece um método padrão de fabricação, em que é descrito, com grande detalhe, como deve ser realizada a operação.

Layout – em português leiaute, modo de distribuição de elementos num determinado espaço. Fonte: Houaiss (2009).

OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO	MÁQUINA	FERRAMENTA	TEMPO DE PREPARO	TEMPO DA OPERAÇÃO
10	Estampar: cortar e furar	Prensa 60 t.	Est. E43.1-01	15	0,11
20	Estampar: fazer ressaltos	Prensa 5 t.	Est. E43.1-02	15	0,11
30	Estampar: dobrar	Prensa 60 t.	Est. E43.1-03	20	0,15
40	Estampar: fazer furos laterais	Prensa 30 t.	Est. E43.1-04	15	0,12
41	Inspecionar	Bancada	Calibre		0,02
45	Escarear três furos	Furadeira		5	0,14
50	Rosquear dois furos	Rosqueadeira		10	0,20
51	Inspecionar	Bancada			0,02
60	Zincar	Bancada			0,25
61	Inspecionar	Bancada			0,03

(Obs.: o “Tempo de Preparo” é o tempo padrão de preparo, em minutos, enquanto o “Tempo de Operação” é o tempo de operação, em horas para 100 peças).

Quadro 2: Ficha de processo da peça X

Fonte: Adaptado de Russomano (1986)

ITEM	ROTINA DAS OPERAÇÕES	TEMPO PADRÃO
1	Montar o dispositivo de fresagem vertical no suporte da máquina	0,15
2	Montar a fresa no eixo do dispositivo	0,20
3	Ajustar a velocidade	0,03
4	Prender a peça na mesa	0,10
5	Ajustar a fresa na altura correta acima da superfície acabada	0,05
6	Mandar inspecionar a primeira peça	0,30
7	Acabar o lote	0,15
8	Limar as rebarbas e limpar a peça	0,05

Quadro 3: Ficha de operações da peça Y

Fonte: Adaptado de Buffa (1979)

A determinação das ferramentas, do tempo padrão e da estimativa de custo são, para Zaccarelli (1986), aspectos muito importantes do projeto do processo. A seleção das ferramentas deve ser feita de maneira que não obrigue o trabalhador a se adaptar aos equipamentos e ferramentas, mas que eles sejam projetados em função do trabalhador. Em relação ao tempo padrão, devemos determinar o tempo para a programação e preparação

de dados na estimativa de custos, utilizando a medida de tempo por cronometragem (ou sistema de tempos catalogados previamente ou, ainda, calculados por sistemas específicos de CAPP – Computer Aided Process Planning, por exemplo).

As projeções de custo podem ser feitas através das estimativas relativas às operações de fabricação e montagem, às ferramentas e dispositivos, ao equipamento adicional necessário, ao número de homens/hora necessários por setor produtivo, ao acréscimo de carga de trabalho de cada local e efeito sobre os custos indiretos, ao arranjo físico da fábrica etc. Isso servirá de base para o preço de venda, a redução de custos e para a tomada de decisão quanto a fazer ou a comprar, planejar operações e alterações no projeto do produto.

No caso específico da produção de serviços, cujo resultado de um conjunto de ações não é físico, Shostack (*apud* MOREIRA, 1996) sugere que sigamos uma lista de ações que nortearão a execução do serviço:

- Identificação dos processos: refere-se a uma descrição detalhada das atividades que são realizadas.
- Identificação dos pontos de falhas real e potencial: com a ação anterior podemos identificar as atividades mais suscetíveis a erros e, com isso, traçar as ações corretivas.
- Estabelecimento de tempos de execução: devemos estabelecer o tempo para realização dos serviços, servindo como parâmetro até mesmo para o cliente.
- Análise da rentabilidade/produtividade: significa criar padrões de desempenho que sirvam à empresa no momento da análise do serviço realizado.

Produtividade – relação entre os produtos obtidos e os fatores de produção empregados na sua obtenção. A produtividade é o quociente que resulta da divisão entre a produção (insumos) ou entre a produção obtida e um conjunto ponderado dos fatores de produção. Fonte: Lacombe (2004, p. 255).

Observe que o projeto de um processo deve sofrer revisões periódicas, pois há sempre a possibilidade de melhorar os métodos de produção. É importante considerar também o surgimento de novas tecnologias em administração que, utilizadas, podem ser vantajosas para a organização.

Para uma revisão dos processos de produção é necessário verificar a real necessidade dos processos que são realizados; a possibilidade de mudanças na sequência das operações; a possibilidade de uma combinação entre operação ou sequência de operações com outras; modificações do arranjo físico, fornecimento de ferramentas ou dispositivos especiais, ou uma alteração no projeto do produto. Os resultados que essas modificações podem trazer devem ser comparados com os resultados obtidos com os procedimentos atuais, permitindo decidir sobre sua viabilidade. As reavaliações do processo são constantes, assim como são no produto, pois fazem parte de um contexto aceleradamente mutável e complexo.

Algumas Considerações sobre o Projeto de Serviços

Os serviços são gerados e, normalmente, consumidos durante o processo. Por essa razão, o estabelecimento de padrões e o encaminhamento dos controles são de fundamental importância para que haja um maior domínio na sua produção.

Padrões são controles, ou melhor, são os guardiões da qualidade e da eficiência de custos dos serviços e da empresa. Padrões são mensuráveis, o que permite avaliações através de instrumentos de verificação da qualidade do serviço prestado.

Alguns serviços são tão diversificados e personalizados que afastam a possibilidade de obediência a padrões vão de um extremo a outro, isto é, de uma (quase) total padronização até a ausência de padrões.

Alguns padrões são bem definidos e fáceis de medir, como os de tempo, que são admitidos em muitas situações. Podemos citar como exemplos o tempo de espera para o atendimento em um banco ou o tempo para o atendimento ao cliente nos restaurantes *fast-food*. Também alguns atendimentos ao telefone costumam ter padrões definidos de tempo, tanto para iniciá-lo (número de toques de chamada máximo) como de tempo despendido para terminar a chamada.

Assim, responda: qual o tempo máximo que você admite esperar até ser atendido ao telefone quando liga para uma repartição pública que se propõe a esse tipo de atendimento? Anote a sua resposta.

Fast-food – gênero de comida (ger. sanduíches, batatas fritas etc.), preparada e servida com rapidez; comida de lanchonetes e similares. Fonte: Houaiss (2009).

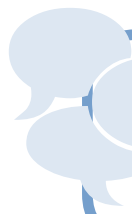
O padrão tempo é evidentemente associável ao conceito de qualidade do serviço. Mas há outros padrões de qualidade (poderíamos dizer, da qualidade intrínseca do serviço), que podem ser subjetivos ou ambíguos.

Não é fácil avaliar uma consultoria, um serviço de propaganda ou mesmo um serviço de alimentação. O que seria de alta qualidade nesses casos? Quais medidas estritamente objetivas poderiam dar conta disso? De qualquer forma e, ainda assim, podemos conviver com a ambiguidade e usar tais serviços.

Ambíguo – que tem (ou pode ter) diferentes sentidos; equívoco. Fonte: Houaiss (2009).

Vamos estabelecer alguns padrões sob os quais poderíamos avaliar o serviço de fornecimento de uma refeição em um restaurante de luxo. Reflita sobre isso e faça suas anotações a seguir:

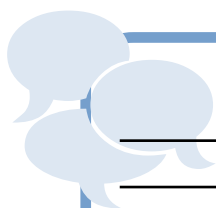
Esses padrões poderiam ter sido estabelecidos por gerentes e projetistas para assim detalhar as expectativas que eles esperariam de suas respectivas operações. Os padrões, além de permitir a verificação e o *feedback* aos responsáveis pelo projeto, execução e gestão do serviço, podem também ter uma função orientadora e pró-ativa. Em especial, permitem orientar o que deve ser cuidado e realçado, tanto pelo pessoal de atendimento, quanto pelo pessoal da operação (produção) ou serviço propriamente dito. Não apenas o resultado imediato para o cliente (tomador do serviço) está em jogo, como também os custos podem ser diretamente afetados.



Imagine que você esteja reformando a sua residência e contratou o serviço de uma vidraçaria para a colocação de vidros novos em várias janelas. Sob quais padrões você avaliaria o serviço prestado?

Seguem alguns exemplos para você refletir. No entanto, você pode acrescentar outros; fique à vontade:

- quantidade de retornos necessários para terminar o serviço;
- disponibilidade de ferramentas por ocasião da visita para instalação;
- material para executar a limpeza ao final do serviço;
- disposição em realizar a limpeza;
- o fato de a equipe estar de posse de um roteiro de processo de materiais e de ferramentas;
- conferência e coincidência das medidas dos vidros com os valores levantados; e
- tolerância das folgas depois da instalação.



Agora é sua vez...

A ausência de referenciais de qualidade e também o excesso geram falhas no processo de serviço. O primeiro por razões óbvias e o segundo pela impossibilidade de serem seguidos, gerando descrédito e abandono. Além disso, a ausência de referenciais é prejudicial à:

- generalização dos padrões de serviço, logo, a sua imprecisão;
- comunicação e entendimento deficiente dos padrões de serviço; e
- falta de correlação entre padrões de serviços e os sistemas de medição de desempenho e avaliação.

É preciso, pois, definir os referenciais de maneira clara e objetiva; por isso, há vários caminhos para estabelecermos padrões, entre eles podemos recorrer:

- ao estudo de tempos e métodos: é uma área fundamental em processos, pois é através desses estudos que o tempo é estabelecido, permitindo detectar desperdícios e também aperfeiçoamentos;
- ao fluxograma detalhado (descrição das etapas): os detalhes de um trabalho são diagramados e examinados para fins de melhoria e estabelecimento de padrões;
- à observação do ponto exato e da origem das insatisfações (onde há/onde começam as reclamações dos clientes);
- à realização de reuniões com grupos de clientes para detectar possíveis padrões; e
- à prática de comparações, fazer *benchmarking* da concorrência.

Podemos observar alguns exemplos de padrões, conforme indicado por Schmenner (1999). Veja:

PADRÃO	TIPO	MECANISMO DE CONTROLE
Tempo para servir o cliente.	Tempo	Estudo cronometrado casual.
Tempo de atendimento ao telefone.	Tempo	Medição automática ao telefone.
Reclamações atendidas por dia.	Produtividade	Reclamações ao fim do dia.
Grau de satisfação.	Qualidade	Estudo/percepção da satisfação.
Grau de demanda de retrabalho.	Qualidade	Tempo medido de retrabalho.
Nível de estoque.	Custo	Registro e controle de estoque.
Clientes por período.	Demanda	Contagem de clientes.
Índice de serviços rejeitados.	Qualidade	Contagem de rejeitos.

Quadro 4: Exemplos de padrões de qualidade de serviços

Fonte: Adaptado de Schmenner (1999)

Observe que o controle, para sua efetivação, depende da existência de registros que tenham informações colhidas e sirvam de comparação aos padrões estabelecidos.

Benchmarking – expressão da língua inglesa que indica o processo sistemático e permanente de identificar a melhor prática em relação a produtos, operações e processos, comparando resultados tanto dentro da organização como fora dela, com o objetivo de usar isso como orientação e ponto de referência para melhorar as práticas da organização. Fonte: Lacombe (2004).

Técnicas de Engenharia Industrial para Estabelecer Padrões e Melhorar Métodos

A melhoria e a engenharia de métodos parece não ser alvo de grande atenção do setor de serviços. O trabalho é detalhado e traz vantagens. A boa prática de métodos preocupa-se com as tarefas que podem ser eliminadas, simplificadas, combinadas com outras, mudadas em relação à sequência ou automatizadas.

O estudo de métodos de trabalho inclui aspectos de matérias-primas, projetos de processo, ferramentas, *layout* das instalações e interações dos trabalhadores com todos esses aspectos. Essa atividade é historicamente associada a **Frank e Lilian Gilbreth** que, no final do Século XIX e início do Século XX, desenvolveram muitas das técnicas de mapeamento, em nome da melhoria da produtividade dos trabalhadores.

Segundo Schmenner (1999), há quatro elementos de análise em métodos. Observe:

- Fluxograma de processos para materiais: é usado para documentar o que ocorre com materiais usados por um determinado trabalhador. Esse mapeamento obriga o desmembramento dos elementos do trabalho e o questionamento dos elementos que podem ser melhorados, além de ter como objetivo a simplificação da operação para executá-la melhor e mais rapidamente.
- Fluxograma de processos para o executor: refere-se àquilo que o executor faz.
- Cartas de atividades múltiplas (trabalhador-máquina): são em geral quadros de barra específicos de tempo que fazem o acompanhamento do trabalhador juntamente com suas máquinas. Uma análise conhecida é mapear o tempo de ciclo de uma máquina em comparação com o tempo de ciclo do operador da máquina, de modo que qualquer conflito entre os dois possa ser isolado e resolvido.
- Cartas de atividades múltiplas (trabalhador-trabalhador): investigam a interferência potencial e o espaço para a coordenação de um trabalhador com o outro.

A construção desses documentos pode respaldar-se na observação da tarefa mais rápida, fácil e menos dispendiosa de estudar um trabalho;

Na Unidade 4, você poderá conhecer mais sobre o casal Gilbreth. E se quiser saber ainda mais sobre eles, acesse: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/FrankBun.html>>. Acesso em: 11 abr. 2013.

além disso, é possível utilizar filmagens mais precisas nos detalhes, com a possibilidade de serem vistas repetidas vezes.

Invariavelmente, dependemos de padrões de tempo e o uso desses padrões subsidia atividades de planejamento e orçamento, que podem ser usadas para:

- balancear as operações;
- melhorar o desempenho;
- avaliar trabalhadores individualmente e servir de base de pagamento; e
- definir medidas de produtividade de mão de obra.

A medida usual de eficiência de produtividade de mão de obra é definida como:

$$\text{Eficiência} = (\text{horas padrão/horas consumidas}) \times 100\%$$

Para o desenvolvimento de padrões de tempo, normalmente subdivide-se o trabalho em elementos distintos que tenham início e fim definidos. Depois, devemos cronometrar o tempo gasto na execução de cada um desses elementos.

A avaliação do ritmo do trabalhador serve para converter o tempo real medido para o tempo chamado normal. Observe:

$$\text{Tempo normal} = \text{tempo real medido} \times \text{avaliação de desempenho (ou ritmo)}$$

Estabelecer avaliações de ritmo não é uma tarefa fácil, pois, antes de avaliar um trabalho, devemos avaliar a dificuldade do trabalho e as circunstâncias em que ele é realizado. Em seguida, devemos avaliar qual seria o ritmo normal sob aquelas circunstâncias e comparar o desempenho do trabalhador com aquele ritmo normal.

As concessões referem-se a demoras na execução de um trabalho, que são inevitáveis para o trabalhador ou irregulares, mas que de qualquer forma constituem ocorrências rotineiras e esperadas. Demoras são as esperas devidas à falta de materiais, instruções especiais, ajuste ou conserto de máquinas e à satisfação de necessidades fisiológicas. Tais concessões modificam o tempo normal de modo que possamos usá-lo como padrão.

Subsidia – de subsidiar, dar subsídio a; subvencionar, financiar. Fonte: Houaiss (2009).

Ritmo – é a velocidade de sucessão de movimentos repetidos com regularidade. Vem do grego *Rhythmos* e designa aquilo que flui, que se move, movimento regulado. O ritmo está inserido em tudo na nossa vida. É o tempo que demora a repetir-se em qualquer fenômeno repetitivo, mas a palavra é normalmente usada para falar do ritmo quando associado à música, à dança ou a parte da poesia, onde designa a variação da duração de sons com o tempo. Fonte: Elaborado pelos autores deste livro.

Tempo Normal (TN) – é o tempo requerido para um operador completar a sua operação, atuando com velocidade normal. Fonte: Moreira (2008, p. 273).

$$\text{Tempo padrão} = \text{tempo normal de execução do trabalho} \times \text{fator de concessão de trabalho}$$

$$\text{Fator de concessão} = 1 + \text{minutos concedidos/minutos normais}$$

O estudo do tempo tem algumas limitações. Uma delas é a subjetividade inerente à dependência do trabalhador observado e também da experiência do observador. Além disso, é preciso ter trabalhos bem definidos, ou seja, que tenham atingido níveis de maturidade e estabilidade em seu processo.

Mas muitos trabalhos são não repetitivos, e nesses casos podemos fazer apenas uma análise de atividade de trabalho. O trabalhador faz uma lista cronológica do trabalho executado, indicando o tipo de tarefa, o tempo gasto e o número de atividades cumpridas (número de vezes que cada uma foi executada).

Tal forma de controle está adequada a trabalhos feitos de forma irregular, mas com conteúdo razoavelmente estável ao longo do tempo. Observações em intervalos grandes podem indicar oportunidades de melhoria.

Engenharia Simultânea

Lead time – tempo de espera: período entre a programação e o acabamento de um produto. Fonte: Houaiss (2009).

Os projetos do produto e do processo têm uma relação entre si. Quando abordamos o projeto do processo podemos citar Starr (1971), pois ele afirma que produto e processo devem ser desenvolvidos interativamente, e um não pode ser dado por terminado antes do outro.

O aumento da concorrência tem levado as indústrias a buscarem constantemente a melhoria da sua competitividade. O mercado consumidor passou a exigir um tratamento individualizado, fazendo com que as empresas, entre outras medidas, diminuam o ciclo de desenvolvimento de novos produtos. Para conseguir isso, muitas adotaram a engenharia simultânea, que possui uma orientação que visa ao aumento da qualidade, à diminuição de custos, considerando ciclos de vida do produto mais curtos, e à redução do *lead time* de desenvolvimento, sendo que uma das suas características é o foco nas necessidades do consumidor.

Dessa forma, a engenharia simultânea procura, através de suas técnicas, métodos e ferramentas, diminuir o grau de incerteza no início do ciclo do desenvolvimento do produto (ROZENFELD; TIBERTI, 1995). Da mesma forma, visa a atender às exigências de eficiência e tempo de resposta das empresas, assim como aumentar sua produtividade, melhorar a qualidade do produto e principalmente diminuir o ciclo de projetos.

O termo Engenharia Simultânea foi criado em 1986, como parte de um relatório do [Institute for Defense Analyses](#) dos EUA, e foi definido como

[...] uma abordagem sistêmica para o design integrado, simultâneo de produtos e seus processos relacionados, incluindo a manufatura e o suporte (CARTER; BAKER *apud* SCHNEIDER, 1995, p. 17).

Na concepção dos mesmos autores

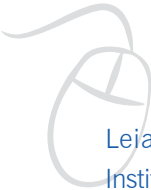
[...] esta abordagem visa fazer com que os desenvolvedores, desde o início, considerem todos os elementos do ciclo de vida do produto, do conceito até a obsolescência, incluindo qualidade, custo, cronograma e requisitos do usuário (CARTER; BAKER *apud* SCHNEIDER, 1995, p. 17).

Podemos observar que isso acaba promovendo a integração funcional no desenvolvimento de produtos.

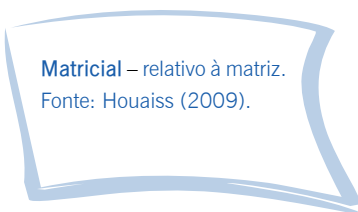
A Engenharia Simultânea, também denominada Engenharia Concorrente ou Engenharia Paralela, tem sido definida por alguns autores como “o projeto simultâneo de um produto e de seu processo de manufatura” (HALL *apud* KRUGLIANSKAS, 1993, p. 104). Além disso, também é conhecida por outras denominações, como gerenciamento da compressão do tempo, gerenciamento do tempo para o mercado ou, mais genericamente, gerenciamento do ciclo temporal. É uma abordagem inovadora na gestão tecnológica, especialmente no campo do desenvolvimento de produtos.

Ribeiro (1989, p. 44) afirma que “[...] a formação de equipes multifuncionais, trabalhando dentro de um esquema matricial, é o caminho para se começar a praticar a engenharia simultânea de maneira correta.”

Essas equipes seriam formadas por todas as áreas que estejam direta ou indiretamente ligadas ao projeto ou processo produtivo, cada uma com autonomia e responsabilidade própria, mas que quando juntam seus esforços e trabalham em conjunto, de forma integrada e simultânea, podem otimizar seus resultados.



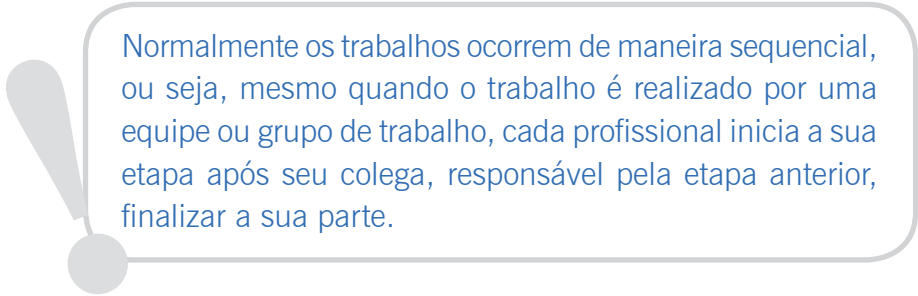
Leia mais sobre esse Instituto em: <<http://tiny.cc/ghOwl>>. Acesso em: 11 abr. 2013.



Matricial – relativo à matriz.
Fonte: Houaiss (2009).

O trabalho em equipe e a comunicação são essenciais para o funcionamento da Engenharia Simultânea. Para sua implantação é fundamental o treinamento das Pessoas, inicialmente para sensibilização da abordagem e, posteriormente, para habilitação nas técnicas e das habilidades e competências requeridas. É importante desenvolver atitudes em relação à valorização do trabalho em equipe, proporcionar treinamento, a fim de capacitar os técnicos para trabalharem em grupo, e introduzir nos sistemas de avaliação de desempenho dos participantes dimensões que levem em conta não apenas a competência técnica e a criatividade, mas também o sucesso como membro da equipe (KRUGLIANSKAS, 1993).

Na concepção de Kovesi (1993), a engenharia simultânea ou paralela é um conceito simples e lógico, em que todos trabalham em paralelo. As informações de cada área de projeto são transitadas para as outras imediatamente. Há uma troca dinâmica de informações. A grande vantagem do trabalho em paralelo/simultâneo é que são otimizados os recursos. Não há perda de tempo esperando as equipes “entregarem” o trabalho anterior, e a troca de informações é mais dinâmica. Dessa forma, na engenharia simultânea, a interação é em tempo real e, portanto, os resultados são otimizados.



Normalmente os trabalhos ocorrem de maneira sequencial, ou seja, mesmo quando o trabalho é realizado por uma equipe ou grupo de trabalho, cada profissional inicia a sua etapa após seu colega, responsável pela etapa anterior, finalizar a sua parte.

Kovesi (1993) esclarece que um sistema de engenharia simultânea deve ser implantado por toda a empresa que pretende integrar diversos elementos no desenvolvimento de projetos, especialmente naquelas que concorrem em mercados competitivos e precisam ser mais eficientes. Para visualizar melhor isso, observe a Figura 3:

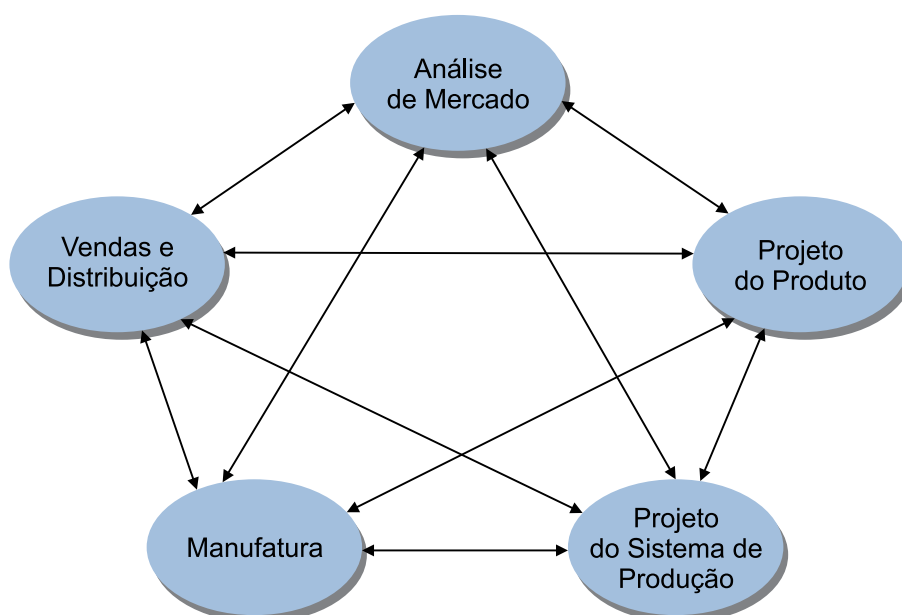


Figura 3: Abordagem sistêmica de Engenharia Simultânea
Fonte: Ribeiro (1989, p. 40-45)

Segundo Kruglianskas (1993), a integração de fornecedores ao projeto acelera, em geral, o seu desenvolvimento enquanto a integração com os clientes favorece o atendimento de suas necessidades.

Dessa forma, um dos pré-requisitos para a implantação da Engenharia Simultânea é a criação da mútua confiança entre as partes, seja por parte das unidades internas à empresa, seja pelos clientes e parceiros fabricantes de outros componentes, pois muitos segredos e planos estratégicos futuros têm de ser divulgados e compartilhados.

É frequente a ocorrência de mudanças na estrutura organizacional da empresa decorrentes da implantação de Engenharia Simultânea. Essas mudanças tendem a direcionar, em um mesmo sentido, departamentos que precisam cooperar mais estreitamente para o desenvolvimento de determinados produtos ou linhas de produto. Se o número de linhas de produto não for muito elevado, a tendência será departamentalizar a empresa com base em critérios que reflitam a forte ênfase ao mercado e a competitividade por produtos, por clientes e por unidades estratégicas de negócios (KRUGLIANSKAS, 1993).

A Engenharia Simultânea pode contribuir de forma efetiva para a maior interação entre as diversas áreas funcionais, especialmente entre Pesquisa e Desenvolvimento – P&D, Engenharia, Produção e Marketing que sabidamente constituem interfaces críticas para o bom desempenho tecnológico da empresa (KRUGLIANSKAS, 1986; 1987).

Leia mais sobre o significado de P&D, em: <http://dicionariodemarketing.powerminas.com/dic_marketing_p.htm>. Acesso em: 11 abr. 2013.

A Engenharia Simultânea é essencialmente uma estratégia estabelecida pela empresa como consequência da busca da competitividade. O fundamental, portanto, para a utilização da Engenharia Simultânea é o estabelecimento de adequada estruturação da organização, a capacitação e o comprometimento das pessoas, a formulação de políticas e o envolvimento intensivo da alta administração. Ribeiro (1989, p. 44) acrescenta, porém, que

[...] os recursos das modernas tecnologias hoje disponíveis para as atividades do projeto, assim como a crescente automação dos processos de manufatura constituem um poderoso apoio ao conceito de engenharia simultânea.

Além dos meios oferecidos pela informática, como o Computer Aided Design (CAD) ou o Computer Integrated Manufacturing (CIM), Kruglianskas (1995) cita que as empresas que adotam a postura da engenharia simultânea têm explorado, com bastante eficácia, um conjunto de conceitos, práticas gerenciais e técnicas como, por exemplo, Total Quality Management (TQM), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) e *Benchmarking*, que podem facilitar e alavancar os resultados propiciados pela Engenharia Simultânea. Esclarece ainda que embora os instrumentos e as abordagens mencionadas (que, por simplicidade, chamou de técnicas) não sejam específicos da Engenharia Simultânea, são descritos na literatura como fortemente associados a ela.

Concluindo, segundo Ribeiro (1989, p. 44)

[...] a engenharia simultânea não deve se limitar somente ao ambiente empresarial. Em alguns casos pode ser necessário que esta seja praticada de forma mais ampla e que a equipe multifuncional conte também com a participação de representantes de fornecedores de matérias-primas ou insumos críticos e/ou representantes do cliente que utilizará o produto final.

Resumindo



Nesta Unidade abordamos as etapas do projeto do produto e aprendemos como elas são necessárias para a elaboração de um produto (bem ou serviço). Além disso, tivemos a oportunidade de conhecer os recursos (instalações, máquinas e pessoas) e os respectivos tempos demandados. Vimos que um assunto complementar é a rotina para determinação dos tempos das operações. Ademais pudemos estudar o conceito de engenharia simultânea, que enaltece a conveniência de conduzir as atividades de projetar produtos e processos em paralelo.

Chegamos ao final da Unidade 2. Aqui aprendemos a identificar as etapas do projeto de um processo; conhecemos algumas particularidades dos processos de serviços; e, ainda, compreendemos a importância da engenharia simultânea.

Lembre-se de que estamos à sua disposição para auxiliar no que for necessário. É importante ressaltar que você já realizou algumas atividades ao longo da Unidade, mas se quiser se aprofundar mais no assunto abordado aqui, pesquise em outras fontes de conhecimento, exercite sua opinião crítica e faça questionamentos ao seu tutor.

Bons estudos!

3

UNIDADE

A Produção e as Restrições

Rolf Hermann Erdmann



Nesta Unidade, você compreenderá o conceito de manufatura sincronizada e a Técnica de Optimised Production Technology – OPT. Você, ainda, poderá interpretar processos produtivos sob a ótica do OPT (Tecnologia da Produção Otimizada, em português).

Manufatura Sincronizada e OPT

Olá estudante,
Vamos iniciar a Unidade 3 que abordará a produção e as restrições. Veremos, ainda, a manufatura sincronizada, a contabilidade de ganhos e a programação orientada pelas restrições.
Então, vamos ao trabalho!

Alguns princípios ou técnicas de programação preconizam o uso equilibrado entre os recursos envolvidos e sua sintonia com a capacidade de absorção do meio ambiente; dentre esses princípios estão a manufatura sincronizada e as técnicas decorrentes. A manufatura sincronizada preconiza a absoluta racionalidade no processo produtivo. É sempre desejável “atravessar” o processo no menor tempo possível, encurtando a oportunidade de vender e gerar lucros. Isso diminui o comprometimento de tempo do capital investido.

Outro aspecto é o balanceamento do fluxo de produção, pois os recursos constituintes de uma linha de produção devem produzir a uma mesma taxa. Velocidades superiores em algum recurso não trarão nenhum resultado positivo, mas o contrário.

Observe que o conceito de balanceamento é aplicável também além da fronteira da produção, por isso, não faz sentido produzir o que não é vendido.

Em outro plano, mas seguindo o mesmo raciocínio, cabe sempre optar pelos arranjos capazes de gerar o maior retorno na unidade de tempo. Isso se contrapõe a uma tendência de querermos utilizar sempre as máquinas mais caras querendo justificar esse retorno.

A Teoria das Restrições focaliza os pontos que de alguma forma podem limitar a produção. Assim sendo, o ponto inicial será sempre a identificação daqueles pontos que significam restrições ao andamento da produção ou ao seu aumento.

Uma vez caracterizada a restrição, os responsáveis pela área de produção devem proceder às análises que permitam aproveitar ao máximo esses recursos, eliminando desperdícios. Isso pode implicar em vários tipos de cuidados e ações, desde o zelo pela manutenção, treinamento de pessoal até a formação de algum estoque diante desses recursos. Pode haver várias preocupações simultâneas, mas devemos privilegiar aquelas que ajudem ou pelos menos não causem conflitos com o objetivo de explorar ao máximo os recursos restritos.

O monitoramento constante, as observações, os cuidados e algumas ações objetivas poderão levar à eliminação da restrição, isto é, ela deixará de existir. O novo nível de produção será então limitado por outra restrição. Uma nova situação estará criada e um novo gargalo será identificado. O procedimento deve ser de melhoria contínua, as preocupações devem ser retomadas e o ciclo de ataque se repetirá.

Para ilustrar o que falamos, consideremos as seguintes etapas de um processo produtivo genérico:

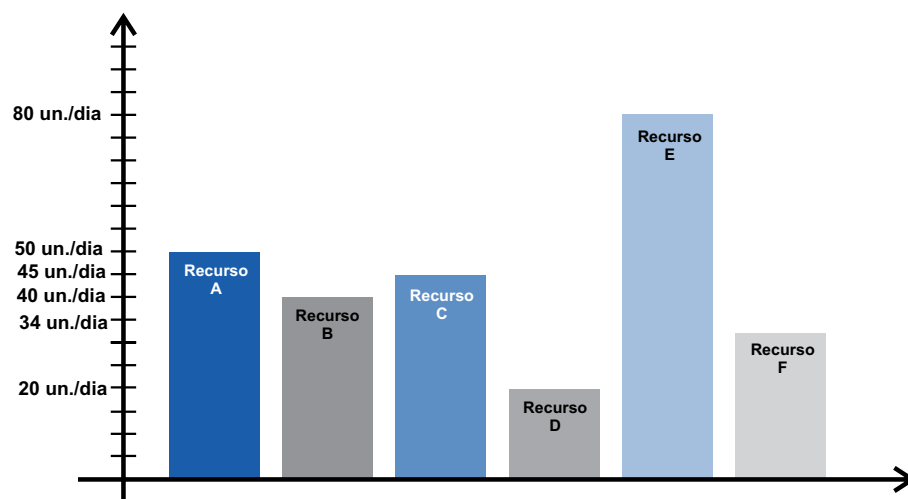


Figura 4: Capacidade dos recursos de produção

Fonte: Elaborada pelos autores deste livro

Como dito, a análise da situação deve mostrar o que restringe o fluxo de produção e, pelos dados da Figura 4, podemos observar clara-

mente que o fluxo restrito de produção é o recurso D, capaz de processar somente 20 un./dia de um produto genérico considerado.

Devemos ter em mente que a disponibilidade e a apresentação dos dados requerem organização das informações e que quando temos a situação apresentada na Figura 4, grande parte do trabalho já terá sido realizado. São informações ordenadas que permitem decidir.

Assim sendo, podemos cumprir com a primeira etapa: **a restrição do sistema é o recurso D**. Mas, afinal, como podemos chegar aos dados da Figura 4 que nos permitem decidir? Cite algumas providências, observações ou cálculos que nos levam a esses dados:

Agora que sabemos qual é a restrição, **devemos buscar a maximização de seu uso**, para então explorá-lo. Não podemos admitir quaisquer tipos de perdas, pois isso significa prejuízo ao conjunto – todos nós perdemos com eventuais perdas no recurso-gargalo.

Vamos agora desenvolver um raciocínio que representa a preocupação de qualquer gerente de produção. Considere que um recurso-gargalo seja uma instalação, máquina ou equipamento operado por pessoas. O que pode retardar o processo ou causar algum tipo de perda a ser evitada? Devemos cuidar ou fazer o quê? Anote sua resposta:

Feito isso, devemos **subordinar todos os demais atos ao que foi estabelecido nas etapas anteriores**. Isso significa que o recurso-gargalo determinará o ritmo das demais etapas do processo, garantindo a não formação de estoques desnecessários.

Baseado no que foi exposto até aqui, apresente uma avaliação sobre a iniciativa de remunerar os empregados por produtividade, individualmente, por máquina. Apresente os prós e os contras:

Mas é possível melhorar, pois o desempenho de todos melhora se a restrição tiver um desempenho satisfatório, já que o desafio é esse. Uma restrição pode ter a sua capacidade produtiva incrementada, por ações sobre as pessoas, as máquinas, as instalações, a ordem, a limpeza, o sistema de informações, entre outros.

O que podemos fazer então? Cite e descreva brevemente algumas iniciativas (sobre o que/quem) capazes de significar o aumento da capacidade produtiva de um recurso de produção.

Por fim, não devemos permitir que esse ciclo seja interrompido e, se as restrições tiverem sido levantadas, devemos incorporar as novas experiências para que **o ciclo recomece**.

Para não esquecer, elenque a sequência de procedimentos que permitem o aperfeiçoamento constante da produção, na busca de maior volume de produção, de acordo com a Teoria das Restrições, e explique-a.

A Contabilidade de Ganhos

Uma interpretação da Teoria das Restrições para custos está associada ao retorno pela restrição. Em outras palavras, trata-se de considerar não o lucro por unidade de produto, mas, sim, o lucro por unidade de restrição. E a decisão sobre ganho está baseada na diferença entre preço de venda e custos diretos.

Na sequência, apresentaremos um exemplo numérico que ilustra esse raciocínio. Então convidamos você para recalcular este problema com outros números. Observe:

Vamos considerar a fabricação de dois produtos, o PA e o PB, cujos preços de venda são de R\$ 40,00 e R\$ 60,00, respectivamente. O custo de fabricar PA é R\$ 20,00 e o custo de PB é R\$ 45,00. O primeiro vende 200 unidades, e o segundo, 80 unidades semanais. Duas máquinas dão conta de sua fabricação, M1 e M2. Tanto a máquina M1 quanto a M2 são operadas por uma pessoa, que dispõe semanalmente de 2.640 minutos (8 horas por dia x 60 minutos x 5,5 dias).

Os tempos requeridos das máquinas pelos produtos são:

- Minutos requeridos de M1 para PA é de 10 min.
- Minutos requeridos de M1 para PB é de 7 min.
- Minutos requeridos de M2 para PA é de 12 min.
- Minutos requeridos de M2 para PB é de 15 min.

Vamos agora analisar e definir qual o produto ou *mix* mais favorável à empresa, do ponto de vista da Teoria das Restrições.

O **primeiro passo** é identificar a restrição do sistema que estará nos centros de trabalho (máquinas e pessoas). A máquina M1 é operada por uma pessoa, que dispõe de, semanalmente, 2.640 minutos (8 horas por dia x 60 minutos x 5,5 dias). Cabe, então, verificar qual é a demanda de tempo em relação à máquina M1.

O produto PA requer 10 minutos por unidade, o que multiplicado por 200 unidades (a demanda) resulta em 2.000 minutos; o produto PB requer 7 minutos/unidade, que multiplicado por 80 unidades resulta em 560 minutos. Somando-se 2.000 com 560, temos uma necessidade total de 2.560 minutos, o que é inferior aos 2.640 minutos disponíveis.

Temos agora que verificar a demanda de tempo em relação à máquina M2. O produto PA precisa de 12 minutos/unidade, o que multiplicado por 200 resulta em 2.400 minutos. Já o produto PB requer 15 minutos para cada unidade fabricada vezes 80 unidades que o mercado está disposto a absorver; isso resulta em 1.200 minutos para fabricar a quantidade de PB. Verificamos, então, que, somados os tempos de 2.400 e 1.200 minutos, temos 3.600 minutos demandados, contra 2.640 disponíveis.



Podemos concluir que, por causa do recurso M2 (máquina + operador), não é possível atender à demanda do mercado.

O **segundo passo** é fazer a escolha e, para isso, devemos decidir sobre o mix a compor; ou como utilizar melhor as restrições do sistema. A regra é buscar a melhor taxa de retorno em relação ao recurso escasso. Veremos o que é isso a seguir:

- O recurso escasso é M2 (M1, por não oferecer restrição, não será levado em consideração).
- O recurso M2 deverá ser utilizado ao máximo e o que devemos fazer é definir as quantidades de PA e PB que tragam o melhor resultado para a empresa. O melhor resultado não é necessariamente o maior faturamento, mas sim o maior lucro para a empresa.
- Começamos por calcular o lucro por unidade produzida: o produto PA resulta em R\$ 20,00 (o preço de venda é R\$ 40,00 e o custo para fabricar é R\$ 20,00); já PB dá um lucro de R\$ 15,00 (o preço de venda é R\$ 60,00 e o custo para fabricar é R\$ 45,00).
- Como ambos disputam a preferência pelo recurso (máquina + operador) M2, devemos considerar os tempos requeridos em M2: PA precisa de 12 minutos e PB de 15 minutos, para cada unidade produzida.

- Finalmente, podemos calcular a taxa de lucro por minuto de M2 disponível.
- PA confere R\$ 20,00 de lucro por unidade e cada unidade requer 12 minutos, o que resulta em $R\$ 20,00/12 \text{ minutos} = R\$ 1,67$ por minuto.
- PB confere R\$ 15,00 de lucro por unidade e cada unidade requer 15 minutos, o que resulta em $R\$ 15,00/15 \text{ minutos} = R\$ 1,00$ por minuto.

Dessa forma, podemos concluir que devemos dar preferência à fabricação de PA, embora o preço de venda seja menor. A opção será, então, fabricar as 200 unidades de PA demandadas pelo mercado (o que consome 2.400 minutos). A disponibilidade total é de 2.640 minutos. A diferença de 240 minutos (2.640 disponíveis – 2.400 consumidos para fabricar PA) será destinada a fabricar PB. Quantos PBs podemos fabricar?

A conta a ser feita é a de 240 minutos disponíveis divididos por 15 (minutos de M2 requeridos para produzir uma unidade de PB). Isso resulta em 16 unidades que podem ser produzidas de PB. Assim, podemos determinar a produção semanal de 200 unidades de PA e 16 de PB.

Job shop – é uma estrutura de processo adequada para uma produção de volume baixo de uma grande variedade de produtos padronizados. Fonte: Elaborado pelos autores deste livro.

Programação Orientada pelas Restrições – A Técnica do OPT

A OPT (*Optimized Production Technology*), técnica difundida por Eliyahu Goldratt, segue o pensamento da sincronia e das restrições; está baseada na teoria das restrições; é uma técnica de programação e controle da produção que, segundo Corrêa e Gianesi (1995), aumenta o fluxo de produtos vendidos e diminui estoques e despesas operacionais. Gaither e Frazier (2001, p. 263) salientam que

OPT é um sistema de informação de planejamento e controle de produção completo especialmente apropriado para ambientes de *job shop* (sistemas focalizados no processo).

Leia mais sobre o idealizador da Técnica OPT, Eliyahu Goldratt, em: <http://www.goldratt-toc.com.br/s/index.php?option=com_content&task=view&id=5&Itemid=5>. Acesso em: 11 abr. 2013.

Slack *et al.* (2002, p. 472) evidenciam as qualidades da OPT na adequação da produção ao ritmo ditado pelos recursos mais fortemente carregados – os gargalos, que podem ser máquinas, pessoas, instalações ou níveis de demanda. O seu fundamento básico é estar orientado pelo recurso de menor capacidade (o gargalo) do processo produtivo. O recurso-gargalo é aquele utilizado em 100% de sua capacidade, ao passo que os demais (recursos não gargalo) apresentam capacidade ociosa.

Time-buffer – corresponde a um tipo de estoque que pode ser caracterizado como um “estoque pulmão”, por tempo de segurança. Fonte: Guerreiro (1996).

A OPT prima por proteger o recurso-gargalo, antepondo um pequeno estoque (estoque protetor ou de segurança, pulmão ou *time-buffer*), fazendo a programação desse ponto para trás e, também, desse mesmo ponto para frente. Eventualmente, a restrição pode estar fora do sistema de produção, no mercado, por exemplo.

Mas, o que fazer para obter melhor compreensão da técnica OPT? Vamos acompanhar a seguir a definição dos principais termos pertinentes.

- Recursos: são os elementos necessários à produção de um produto (pessoas, máquinas, espaço físico etc.).
- Recurso-Gargalo – RG: é aquele recurso que, mesmo utilizado todo o tempo, não consegue produzir o suficiente para manter o recurso sucessivo trabalhando, assim como não consegue absorver os produtos do recurso anterior.
- Recursos Não Gargalo – RNG: são os recursos que têm disponibilidade de tempo para produzir além do exigido.
- Pulmão *time-buffer*: são os chamados estoques protetores ou de segurança, que têm por finalidade garantir a não interrupção da produção no recurso-gargalo, isto é, a prevenção a paradas, sejam elas por falta de materiais, atraso no processo, ou quebras no sistema na parte anterior ao recurso-gargalo.

E quais as regras que regem a Teoria das Restrições? Vamos acompanhá-las de acordo com as definições de Goldratt e Cox (1986) e Corrêa e Giansi (1995).

- A taxa de utilização de um recurso não gargalo é determinada por alguma restrição do sistema (gargalo), e não deve haver, a princípio, preocupação com a capacidade do recurso que ficará ociosa, além daquela que equivale à do gargalo.
- Utilizar um recurso e ativá-lo são dois casos diferentes: utilizar significa que a quantidade produzida será processada na mesma velocidade dos outros recursos; e ativá-lo implica em fazê-lo funcionar em velocidade que pode ser maior do que a dos demais, gerando estoques indesejados.
- Devemos balancear o fluxo e não a capacidade: a preocupação inicial do programador deve ser a adequação do sistema à capacidade das restrições, tal como o sistema se apresentar.
- O lote de transferência não é igual ao lote de processamento: este é o total a ser produzido. Podemos subdividi-lo convenientemente em lotes menores (de transferência), que permitem antecipar a entrega de partes do lote e, assim, aproveitar melhor a capacidade instalada.
- Uma hora obtida no recurso-gargalo é uma hora aproveitada para o todo; somente um aumento na capacidade do gargalo é capaz de aumentar a capacidade do sistema como um todo, ou seja, o ritmo da produção (capacidade na unidade de tempo) é ditado pelo gargalo.
- Obter ganho no recurso não gargalo de nada serve: uma capacidade maior nesses recursos, apenas aumenta sua ociosidade.
- O lote de processamento deve ser variável; o seu tamanho decorre de custos de preparação, necessidades do fluxo e dos recursos envolvidos (gargalo ou não).
- Os gargalos determinam o fluxo e também os estoques do sistema de produção: os estoques, antes do gargalo, são necessários para minimizar qualquer possibilidade de interrupção de sua atividade, pois como já vimos, isso significa prejuízo na produção de todo o conjunto.
- A programação de atividades e a capacidade produtiva devem ser consideradas ao mesmo tempo e não sequencialmente. O tempo do ciclo de produção (*lead time*) resulta da programação e está relacionado ao tempo de permanência na fila. Então,

podemos iniciar a fabricação de um lote e alterar a sua posição na fila diante do gargalo, ou então diferenciar os tamanhos de lote. Ambas as medidas alteram o *lead time*.

Vamos imaginar uma fábrica de alimentos, cujo produto principal é a lasanha que obedece ao seguinte processo de fabricação:



Figura 5: Fluxo de fabricação da lasanha

Fonte: Erdmann (2007, p. 154)

Analisando o processo produtivo da lasanha e considerando a capacidade de cada etapa, podemos concluir que:

Tabela 1: Capacidade de produção dos postos de trabalho

	MASSA	FOGÃO	MONTAGEM	FORNO	EMBALAGEM
Capacidade (unidade/hora)	15	18	20	10	30
Utilização (unidade/hora)	10	10	10	10	10
Utilização (%)	67	56	50	100	33
Tipo de recurso	RNG	RNG	RNG	RG	RNG
Tempo de utilização por dia, caso sejam feitas apenas lasanhas (horas)	16	13,44	12	24	8

Fonte: Erdmann (2007, p. 155)

Dados Adicionais:

- A empresa trabalha em três turnos de 8 horas.
- Os tempos de preparação e limpeza estão considerados nos tempos de processo.
- Não há paradas nas trocas de turno ou refeições.

A partir dos dados, é possível construir o gráfico de programação para trás e para frente (consideramos, neste caso, a utilização do recurso-gargalo durante uma hora):

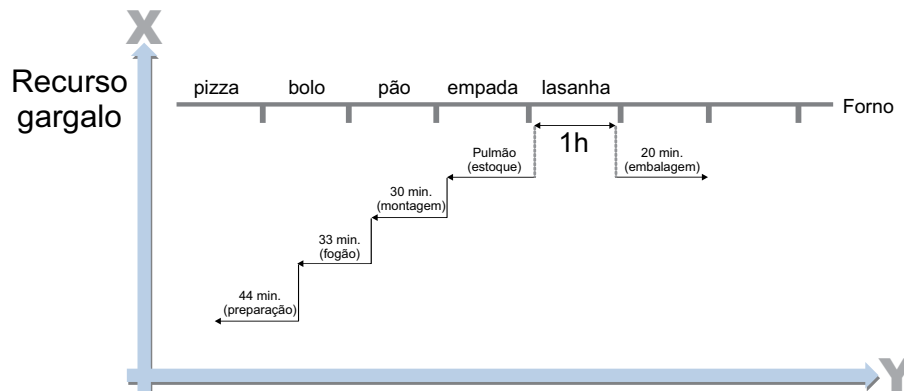


Figura 6: Programação para trás e para frente na fabricação da lasanha
Fonte: Erdmann (2007, p. 155)

Supondo que esse sistema de produção processa também outros produtos, tais como pães, bolos, empadas e pizzas, então, devemos dividir a utilização de seus recursos e programar a produção em pequenos lotes. A prática nos mostra que o lote ideal para lasanha é de dez unidades (lote de transferência), tanto do ponto de vista comercial como técnico (capacidade do forno), embora a demanda diária seja bem maior (lote de processamento). Se fabricarmos apenas lasanhas, teríamos capacidade para 240 unidades/dia (24 horas x 10 unidades/hora).

Analizando o problema apresentado, podemos concluir que o *lead time* de um lote de lasanhas perfaz 3,03 horas, o que resulta da soma das etapas do processo. O programador tem a possibilidade de diminuir os tamanhos dos lotes de transferência e assim ganhar tempo no ciclo total da produção.

No mais, ao constatar onde se encontra o gargalo, o programador pode tomar medidas que diminuam, ou até eliminem seu impacto, tais como trocar equipamentos ou usar recursos de outras linhas que possam substituir o recurso existente. Tais medidas podem ocasionar a migração do gargalo para outro recurso. Nesse caso, repetimos a análise e tomamos as medidas necessárias já expostas.

Resumindo



Terminamos a Unidade 3, nela aprendemos sobre a programação da produção, considerando restrições; vimos, ainda, uma análise de lucratividade com base na restrição existente em um processo. A parte final apresentou um exemplo de aplicação da técnica de programação OPT.



Muito bem! Chegamos ao final de mais uma Unidade, esperamos que você tenha considerado proveitoso tudo que abordamos aqui. É importante ressaltar que você já realizou algumas atividades ao longo da Unidade, mas se quiser se aprofundar mais no assunto abordado, pesquise em outras fontes de conhecimento, exercite sua opinião crítica e faça questionamentos ao seu Tutor. Bons estudos!

4

UNIDADE

Estudo de Tempos e Movimentos

Luiz Salgado Klaes



Objetivo

Nesta Unidade, você conhecerá os conceitos do Estudo de Tempos e Movimentos, base fundamental para compreender o gerenciamento das atividades de produção em qualquer tipo de organização, assim como estudará a importância desse tema nos processos industriais e comerciais.

Evolução Histórica

Olá estudante,

Você está iniciando a Unidade 4, que abordará o tema Estudo de Tempos e Movimentos. Será um grande prazer poder interagir com você durante o período dessa disciplina.

Como é sabido de todos, aprender é a parte mais importante para o sucesso de qualquer empreitada; e esta disciplina proporcionará isso a você, pois, sem sair de casa, nem abandonar seu trabalho e seu lazer, você aprenderá e poderá interagir com outros colegas. Aqui você terá a oportunidade de conhecer o assunto, as ferramentas e os conceitos atuais de um tema que está constantemente na pauta das médias e grandes empresas e que certamente irá instigá-lo a buscar cada vez mais informações, além das apresentadas nesta Unidade.

Estamos falando do Estudo de Movimentos e de Tempos. Essa temática vem ganhando cada vez mais importância nos últimos 50 anos, principalmente no mundo industrial.

Saiba também que estaremos junto com você, estimulando a aprendizagem e esclarecendo suas dúvidas. E não se esqueça de solicitar sempre que necessário o apoio do seu tutor.

Os assuntos que iremos apresentar ao longo desta Unidade não podem ser considerados, de forma alguma, como uma novidade para aqueles que trabalham atualmente no setor industrial. Em 1760, foi encontrado o primeiro registro de uma tentativa organizada de estudar métodos de trabalho, efetuado por M. Perronet (francês), sobre a fabricação de alfinetes.

Leia mais
sobre Taylor
em: <[http://](http://www.infoes)
www.infoes

cola.com/biografias/frederick-taylor/>. Acesso
em: 12 abr. 2013.

Medida do trabalho – é o processo de estimar a quantidade de tempo de trabalho necessário para gerar uma unidade de produção. Fonte: Gaither e Frazier (2002, p. 472).

Estudo de Movimentos – visa ao registro e à análise dos movimentos do corpo humano (operador) durante a realização de uma tarefa. Há dois objetivos básicos nesse estudo: eliminação de movimentos desnecessários e a busca da melhor sequência de movimentos para o aumento da produtividade. Fonte: Moreira (2008, p. 282).

Tempo Padrão (TP) – é aquele requerido por uma operação, quando as interrupções e condições especiais de operação forem levadas em conta. Costuma-se, para tanto, acrescentar ao tempo normal um certo percentual de tempo perdido devido à fadiga e as demoras inevitáveis. Fonte: Moreira (2008, p. 273).

Os termos Estudo do Tempo e de Movimentos têm recebido ao longo dos tempos, desde os estudos iniciais a partir de 1881, na Usina da Midvale Steel Company, empreendidos por [Frederick Winslow Taylor](#) (engenheiro mecânico), diversas interpretações.

Slack *et al.* (2002, p. 287) preconiza a seguinte definição para Estudo do Tempo:

Estudo do Tempo é uma técnica de Medida do Trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenho.

Os Estudos de Tempos, introduzidos por Taylor, foram usados principalmente na determinação de Tempos Padrões e Estudo de Movimentos, desenvolvidos pelo casal Frank Bunker Gilbreth (engenheiro) e sua esposa Lillian Moller Gilbreth (psicóloga), que por volta de 1885 já se preocupavam com esse tema.

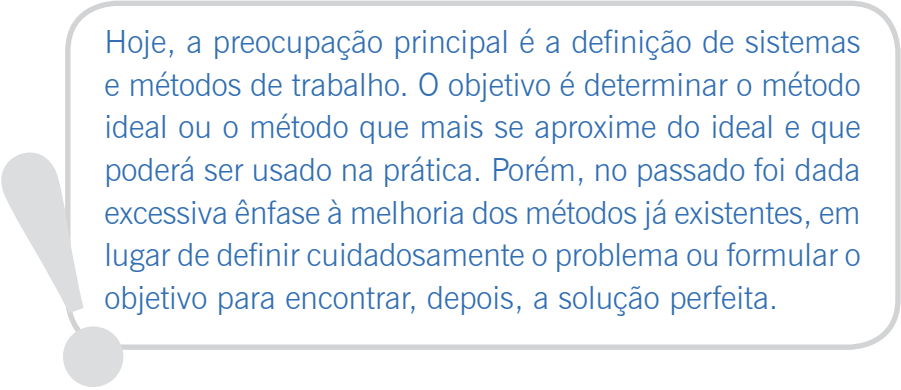
Inicialmente, tanto Taylor quanto o casal Gilbreth desenvolveram os seus trabalhos pioneiros, dando mais ênfase sempre aos Estudos do Tempo e ao valor por peça do que ao Estudo do Movimento. Porém, foi somente a partir de 1930 que se iniciou um movimento geral para estudar o trabalho com o objetivo de descobrir métodos melhores e mais simples de executar uma tarefa.

Em que pese à exponencial velocidade experimentada pelo processo evolutivo das técnicas de administração de empresas, a divisão de tarefas e cronometragem dos tempos de trabalho, em busca do tempo padrão, ainda é um método muito utilizado nas organizações industriais.

Dessa forma, segue-se um período durante o qual o Estudo de Tempos e de Movimentos foi usado em conjunto, ambos se complementando. Na atualidade, a finalidade desse estudo é mais ampla, sendo que a filosofia e a prática moderna diferem dos conceitos originais.

Uma correta definição dos métodos de trabalho e fixação dos tempos para a execução de cada operação ou atividade, embora seja uma preocupação de todos os dias, não será com certeza a única tarefa ou responsabilidade com que um administrador se depara no seu dia a dia.

Como gestor de homens e de processos, é indispensável que os administradores adotem critérios objetivos que permitam selecionar e hierarquizar, uma função da sua criatividade, os problemas que constantemente surgem.



Hoje, a preocupação principal é a definição de sistemas e métodos de trabalho. O objetivo é determinar o método ideal ou o método que mais se aproxime do ideal e que poderá ser usado na prática. Porém, no passado foi dada excessiva ênfase à melhoria dos métodos já existentes, em lugar de definir cuidadosamente o problema ou formular o objetivo para encontrar, depois, a solução perfeita.

Todavia, modernamente, existe “a solução perfeita” no sentido de que a expressão “Projeto de Métodos” seja sinônimo de “Estudo do Tempo”. Tais expressões serão usadas indefinidamente nesta Unidade e terão os seguintes significados:

O Estudo de Tempos e de Movimentos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: 1) desenvolver o método perfeito (Projeto do Método); 2) padronizar o método e o sistema (Padronizar a Operação); 3) determinar o tempo necessário gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada trabalhando num ritmo normal para executar uma tarefa específica ou uma operação (Medida do Trabalho); 4) e orientar o treinamento do trabalhador no método preferido (BARNES, 1963, p. 18).

O Estudo de Tempos e Movimentos é composto de quatro partes, conforme podemos deduzir da definição dada anteriormente. Todavia, duas são as principais, a saber:

- Estudo de Tempos ou Medição do Trabalho; e
- Estudo de Movimentos ou Projeto de Métodos.

O Estudo de Tempo e de Movimentos poderá ser usado para determinar o número padrão de minutos que uma pessoa qualificada, devidamente treinada e com experiência deva gastar para executar uma tarefa ou operação específica trabalhando normalmente. Esse Tempo

Padrão poderá ser usado no planejamento e programação para estimativa de custo ou para controle de custo de mão de obra; e também servir como base para um Plano de Cargos e Salários.



Observe que apesar dos Tempos Elementares, Tempos Sintéticos e Amostragem por Observação Instantânea serem também usadas na determinação dos Tempos Padrões, o método mais comum de medir o trabalho manual é a Cronometragem.

Como foi dada grande importância em melhorar os métodos existentes, é costume iniciar fazendo-se um estudo detalhado do método considerado. Se for desenvolvido um método melhor, ele será posto em prática:

- o trabalhador será treinado para trabalhar pelo novo método;
- uma rotina padronizada das tarefas será preparada por escrito; e
- um tempo padrão será estabelecido.

Não existe um método velho e ultrapassado para ser melhorado, mas, sim, maior liberdade para definir qual o sistema e o método ideal a ser aplicado. O método em estudo deveria ser considerado, porém o estudo a ser efetuado não deveria melhorar o método existente, mas procurar encontrar o método ideal.

As aplicações do Estudo de Tempos e de Movimentos foram principalmente aproveitadas nas análises da mão de obra direta empregada nas fábricas e escritórios. Porém, com a passar dos anos, vários interessados aprenderam e encontraram novos usos acerca dos objetivos, métodos e técnicas do Estudo de Tempos e de Movimentos, verificando que os seus princípios eram universais e podiam ser igualmente efetivos sempre que homens e máquinas fossem utilizados na produção.

Modernamente, a atenção está sendo focalizada na importância do aumento de produtividade por homem/hora e na redução dos custos, pelas seguintes razões:

- pelo rápido aumento do salário, por isso existe a possibilidade do aumento do custo da mão de obra;
- pelo rápido aumento do capital investido; e

- pelo aumento nos custos de operações das máquinas, ferramentas e equipamentos.

Hoje em dia, é comum realizar o levantamento do tempo padrão de um corte de cabelo em um salão de beleza, do preparo de um sanduíche em uma cadeia de restaurantes do tipo *fast-food*, ou de atendimento de uma clínica dentária popular.

Histórico

Para entender como o Estudo de Tempos e Movimentos alcançou o seu desenvolvimento, é necessário investigar suas origens e examinar o emprego que lhe tem sido dado a partir do primeiro quarto do Século XX.

Geralmente, reconhecemos que o Estudo de Tempos teve seu marco inicial em 1881, na Usina Midvale Steel Company, e que Frederick W. Taylor foi seu introdutor. Segundo Taylor, o Estudo de Tempo é “o elemento da Administração Científica que terá uma possível transferência da habilidade da administração para os operários [...]” (BARNES, 1963, p. 24).

O Estudo de Tempos nos apresenta duas categorias gerais, a saber:

- analítica; e
- construtiva.

Podemos observar, pelo que foi apresentado, que Taylor fez uso do Estudo de Movimentos como parte de seu Estudo de Tempos. Entretanto, ele ressaltou em seus estudos a importância do estudo dos materiais, ferramentas, equipamentos e condições de trabalho em conexão com o melhoramento do Estudo de Movimentos.

Embora importante, o papel desempenhado por Taylor no desenvolvimento do Estudo de Tempos foi apenas uma de suas contribuições ao aumento inicialmente da eficiência industrial. Entretanto, a maior contribuição de Taylor, para a indústria de sua época, foi seu Método Científico e a substituição da maneira empírica de resolver problemas pelo estudo sistemático e ordenado de todos os fatores intervenientes em cada problema particular. Sendo o pioneiro no uso da análise sistemática nos problemas que mais de perto diziam respeito ao trabalhador.

Estudo de Tempos e Movimentos – método para encontrar a melhor maneira para se executar uma atividade, dividindo-a em tarefas elementares, eliminando movimentos inúteis, racionalizando o trabalho e medindo o tempo necessário para a execução de cada tarefa, com a finalidade de encontrar a forma mais rápida e eficiente para realizar o trabalho. Fonte: Lacombe (2004, p. 141).



Figura 7: Frederick Taylor
Fonte: Infoescola (2009)

Taylor foi quem pela primeira vez encarou questões do tipo:

- Qual a melhor maneira de executar uma tarefa?
- Qual deveria ser a carga de trabalho diária de um operário ou trabalhador?

Para dar resposta a essas preocupações, é preciso encontrar a maneira mais correta de executar cada uma das operações, ensinando aos operários como executá-las; mantendo constante todas as condições de ambiente, de maneira que eles possam executar sua tarefa sem dificuldades; estabelecendo tempos padrões para o trabalho; e proporcionando incentivos ao trabalhador, para que siga as instruções a ele fornecidas.

Por diversas vezes, Taylor afirmou que a Administração requeria “[...] uma completa revolução mental por parte dos operários ou trabalhadores e, também, por parte dos administradores” (COPLY, 1923, p. 10). Ou seja, ambas as partes necessitavam reconhecer como fundamental a substituição da intenção individual pelo conhecimento e investigação científica. Durante várias décadas de trabalho industrial, Taylor desenvolveu extenso programa de pesquisa com a finalidade de determinar a melhor maneira de executar um trabalho e obter dados para padronizar a tarefa.

Fique atento! A seguir, descreveremos brevemente um dos mais conhecidos estudos de Taylor.

Em 1888, quando Taylor foi trabalhar na Bethlehem Steel Works, ele procurou melhorar os métodos de trabalho em diversas seções da fábrica. Uma das tarefas que mais chamou sua atenção foi a movimentação de materiais com o auxílio de pá. De 400 a 600 homens, empregavam a maior parte de seu tempo nesse trabalho, sendo que os materiais predominantes eram o minério de ferro e o carvão. O pátio da empresa tinha aproximadamente 1.280.000m², de forma que o grupo de operários se movimentava sobre uma apreciável área.

Taylor, através deste estudo, concluiu que os operários movimentavam 1,6kg por pá, quando trabalhavam com carvão, quantidade que aumentava para 17,2kg quando o material era o minério de ferro. Seu problema era então determinar a carga por pá que permitiria a um bom trabalhador, mover a quantidade máxima de material por dia. Os resultados obtidos mostraram que com a carga de 9,75kg na pá, um trabalhador obteria, em um dia, a tonelage máxima de material deslocado.

Em vez dos operários trabalharem em grupos, o material movimentado por cada um deles era pesado ou medido ao final de cada jornada e o trabalhador que tivesse executado inteiramente a tarefa que lhe havia sido especificada receberia um bônus de 60% do salário-dia.

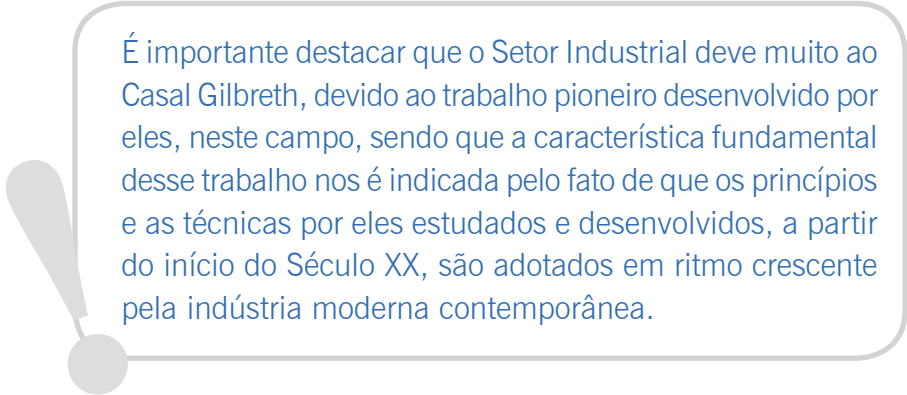
Após três anos e meio de intensos estudos na Bethlehem, Taylor obtinha a mesma produção no pátio apenas com 140 homens. Consequentemente, ele conseguiu reduzir o custo do manuseio do material de 7 a 8 cents para 3 ou 4 cents por tonelada.

Estudo de Movimentos e Tempos

O Estudo de Tempos, Movimentos e Métodos aborda técnicas que submetem a uma detalhada análise cada operação de uma dada tarefa, com o objetivo de eliminar qualquer elemento desnecessário a ela e determinar o melhor e mais eficiente método para executá-la.

Frank B. Gilbreth foi o fundador da moderna técnica do Estudo de Movimentos. Podemos definir essa técnica como sendo o estudo dos movimentos do corpo humano que são utilizados para a realização de uma determinada tarefa, com o objetivo de melhorá-la, eliminando e simplificando os movimentos desnecessários e, conseqüentemente, estabelecendo uma nova sequência de movimentos para obter uma eficiência máxima.

O Estudo de Movimentos de um operador com relação à sua capacidade de aumentar a produção, redução da fadiga, entre outros temas, não pode ser estudado minuciosamente e discutido sem que os trabalhos desenvolvidos pelo Casal Gilbreth sejam referenciados constantemente.



É importante destacar que o Setor Industrial deve muito ao Casal Gilbreth, devido ao trabalho pioneiro desenvolvido por eles, neste campo, sendo que a característica fundamental desse trabalho nos é indicada pelo fato de que os princípios e as técnicas por eles estudados e desenvolvidos, a partir do início do Século XX, são adotados em ritmo crescente pela indústria moderna contemporânea.

A história do trabalho do Casal Gilbreth é longa e fascinante, pois devido à formação específica de cada um, foi possível levar adiante trabalhos que envolviam a compreensão do fator humano e o conhecimento de materiais, ferramentas e equipamentos.

As atividades do casal foram bastante diversificadas, incluindo invenções e melhorias de valor na construção civil, estudos sobre fadiga, monotonia, transferência de habilidades entre operários, trabalhos para os desqualificados e o desenvolvimento de técnicas, tais como o Gráfico do Fluxo do Processo, o Estudo de Micromovimentos e o Cronociclógrafo.

Os dois também desenvolveram as técnicas de análise do Ciclo Gráfico para estudar a trajetória dos movimentos efetuados por um trabalhador, nos quais consistem em fixar uma pequena lâmpada elétrica (*led*) nos dedos ou na parte do corpo humano a ser estudada e registrar depois fotograficamente, com uma câmara imóvel de obturador aberto, os movimentos enquanto os operários efetuam o seu trabalho ou ocupação. O resultado obtido é um registro permanente da trajetória dos movimentos o qual, posteriormente, pode ser analisado para que se possa obter uma possível melhora.

Essa técnica ficou conhecida como sendo ciclográfica e cronoclográfica.

O estudo visual de movimentos e de micromovimentos é essencial para que possamos realizar uma eficiente análise em um determinado método, bem como ajudar no desenvolvimento de um centro de trabalho mais eficiente.

O Estudo de Movimentos compreende uma análise cuidadosa dos diversos movimentos que são efetuados pelo corpo humano para executar um trabalho. E, conseqüentemente, seu objetivo é o de eliminar ou reduzir os movimentos inefficientes e desnecessários, a fim de facilitar e acelerar os mais efficientes, pois através do estudo de movimentos o trabalho a ser levado a cabo passa a ser desenvolvido com uma maior facilidade; e, assim, temos um aumento nos índices de produção.

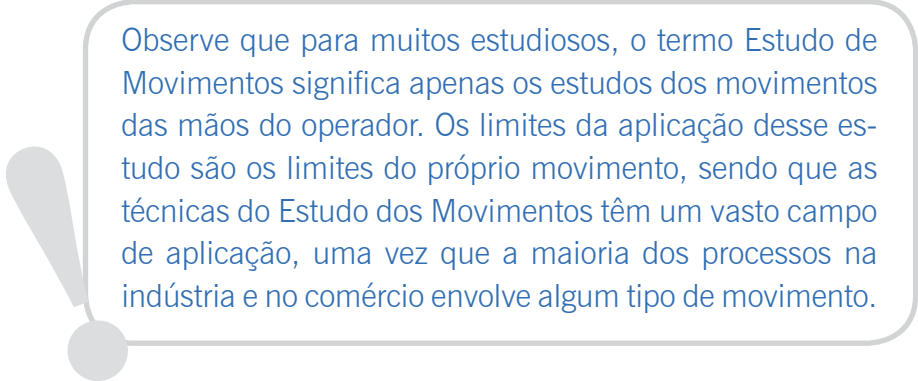
O Casal Gilbreth foi o primeiro a estudar e pesquisar os movimentos manuais, e, conseqüentemente, pôde formular um conjunto de dez Leis Básicas da Economia de Movimentos, as quais até hoje ainda são consideradas fundamentais.

O Estudo de Movimentos, em sua acepção mais ampla, apresenta dois graus de refinamento com amplas implicações no campo industrial, que são o Estudo Visual dos Movimentos e o Estudo dos Micromovimentos.

O Estudo de Movimentos compreende a pesquisa e a medida dos movimentos envolvidos na realização de qualquer trabalho, seus aperfeiçoamentos subsequentes e a aplicação de métodos mais fáceis e produtivos.

O ponto inicial de qualquer investigação de Estudo de Movimentos é o estudo dos problemas existentes e a necessidade dos operadores, sendo que seu objetivo final é capacitá-los a trabalhar com o mínimo de esforços e o máximo de eficiência.

Com esse objetivo em vista, o pesquisador estuda não apenas os trabalhadores, mas também as condições que envolvem o trabalho, incluindo o movimento de materiais, ferramentas, equipamentos e a organização e arranjo físico do trabalho.



Observe que para muitos estudiosos, o termo Estudo de Movimentos significa apenas os estudos dos movimentos das mãos do operador. Os limites da aplicação desse estudo são os limites do próprio movimento, sendo que as técnicas do Estudo dos Movimentos têm um vasto campo de aplicação, uma vez que a maioria dos processos na indústria e no comércio envolve algum tipo de movimento.

As técnicas de Estudo de Movimentos, tais como projetadas e usadas por Frank B. Gilbreth, nos primeiros anos do Século XX, eram extremamente flexíveis, e, até presentemente, aplicadas corretamente, não perdendo nada daquela flexibilidade. Ela foi, na realidade, ampliada pelo desenvolvimento e aperfeiçoamento dos equipamentos. No entanto, tem havido uma tendência, a partir dos anos de 1970, de padronizar e, em consequência, limitar o uso de técnicas de Estudo de Movimentos.

Frequentemente, estudiosos têm afirmado que a técnica do Diagrama de Processo é suficiente em nove dentre dez estudos e que o Estudo dos Micromovimentos deveria ser restrito à produção em massa e operações repetitivas em larga escala.

São três as principais técnicas ou grupos de técnicas usadas para registrar três aspectos diferentes de movimentos:

- Diagrama de Processo: uma visão geral.
- Estudo de Micromovimentos: uma análise relativamente mais apurada.
- Cronociclografia: a mais refinada de todas as técnicas.

Foi na área dos movimentos que o Casal Gilbreth desenvolveu o Sistema de Cartões Pessoais os quais se desenvolveram para os atuais Sistemas de Mérito. Também deu ênfase nas instruções por escrito (manuais), a fim de serem evitadas confusões por parte dos encarregados de Taylor. Ambos se utilizaram das Técnicas de Administração Científica para reduzir o desperdício dos movimentos manuais e corporais dos trabalhadores;

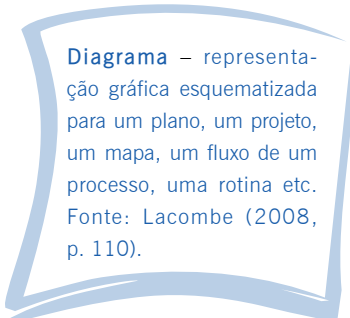


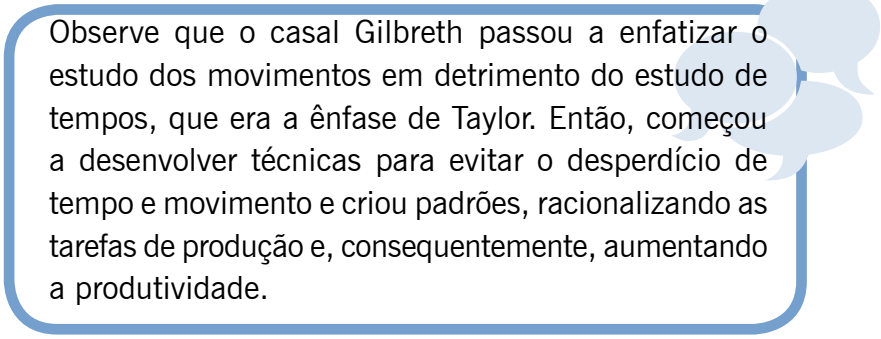
Diagrama – representação gráfica esquematizada para um plano, um projeto, um mapa, um fluxo de um processo, uma rotina etc.
Fonte: Lacombe (2008, p. 110).

experimentaram o uso de maquinarias e ferramentas adequadas para aperfeiçoar o desempenho no trabalho; e inventaram o microcronômetro, o qual passou a registrar o tempo de 1/2.000 de segundos.

O Estudo de Movimentos fornece uma técnica para o registro e a medida do tempo despendido em uma atividade. Essa técnica consiste em filmar ou fotografar a operação, de modo que seja incluído um relógio na cena ou então usada uma filmadora que opere em uma velocidade constante e conhecida. Dessa forma, o filme torna-se um registro permanente do método, na execução e tempo despendido, podendo ser reexaminado tantas vezes quanto necessário.

Já, o Estudo de Tempos pode ser entendido como uma técnica de medida do trabalho que permite registrar os tempos e os fatores de atividade para os elementos de uma dada operação ou tarefa, executadas em determinadas condições; e posteriormente analisar os dados recolhidos, a fim de obter o tempo necessário para executar essa tarefa em um nível de rendimento bem definido.

O Estudo de Tempo pode ser utilizado para a determinação de tempos padrões para operações ou tarefas já sistematizadas ou como ferramenta de apoio ao Estudo de Métodos para suporte à análise (fator medição).



Observe que o casal Gilbreth passou a enfatizar o estudo dos movimentos em detrimento do estudo de tempos, que era a ênfase de Taylor. Então, começou a desenvolver técnicas para evitar o desperdício de tempo e movimento e criou padrões, racionalizando as tarefas de produção e, conseqüentemente, aumentando a produtividade.

Início do Estudo

Em 1885, Frank B. Gilbreth empregou-se como aprendiz de assentador de tijolos, e já no início do Século XX foi promovido a pedreiro. A partir dessa época, ele observou que cada pedreiro tinha seu próprio método de fazer um trabalho, e que dois operários nunca trabalhavam de forma exatamente igual. Também observou que o pedreiro não usava sempre o mesmo conjunto de movimentos, por exemplo, usava uma sequência

de movimentos quando trabalhava depressa, outra classe de movimentos quando trabalhava devagar e uma terceira quando estava ensinando outras pessoas a assentar tijolos.

A partir desse conjunto de observações, Gilbreth deu início aos seus estudos e pesquisas com o propósito de encontrar o melhor método de executar determinada tarefa. Seus esforços foram tão frutíferos e seu entusiasmo por tal tipo de pesquisa e estudos tornou-se tão significativo que eles decidiram dedicar seu tempo às aplicações do Estudo de Movimentos.

Como consequência desse estudo, Gilbreth realizou melhoria nos métodos, concebendo um tipo de andaime que podia ser rápida e facilmente elevado, de forma gradual, permitindo que fosse mantida constante a altura adequada para o trabalho.

Tais mudanças aliadas a outras desenvolvidas também por Gilbreth puderam aumentar consideravelmente a produtividade que podia ser obtida de um pedreiro em um dia de trabalho normal.

Frank Gilbreth sempre esteve muito interessado, até seu falecimento, em 1924, pelas relações entre a posição e o esforço humano. Ele e sua esposa continuaram seus estudos e análises de movimentos em outros campos, sendo pioneiros nos filmes do estudo de movimentos dos trabalhadores e tarefas.



Tô a fim de saber

Therblig

Nome dos movimentos básicos a serem efetuados pelos trabalhadores no processo produtivo industrial, conforme definidos por Frank Gilbreth. Fonte: Lacombe (2004, p. 304). São movimentos elementares, muito pequenos e breves, também chamados de micromovimentos. Fonte: Moreira (2008, p. 271).

O Casal Gilbreth também desenvolveu um estudo sobre Micromovimentos, decomposição do trabalho em elementos fundamentais chamados de [Therbligs](#). No entanto para nós, Therblig é a parte em minutos de um elemento de trabalho, que é suscetível de uma descrição e que forma uma unidade básica da subdivisão da atividade humana.

Estudo de Micromovimentos

Embora Gilbreth, durante seus estudos e pesquisas sobre Estudo de Movimentos, tenha se valido basicamente do auxílio da fotografia, foi somente após a adaptação do seu trabalho da máquina de filmar que ele fez a sua maior contribuição à administração das empresas, principalmente as industriais.

A técnica do estudo dos micromovimentos que o casal Gilbreth desenvolveu apenas se tornou possível com o uso de filmes. A expressão Estudo de Micromovimentos somente foi levada ao público em 1912, durante uma reunião da Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos.

A explicação sumária do Estudo de Micromovimentos pode ser dada da seguinte maneira: é o estudo dos elementos fundamentais de uma operação por intermédio de uma câmera cinematográfica e de um dispositivo que indique com precisão os intervalos de tempo no filme obtido.

Os Gilbreth fizeram uso muito reduzido da cronometragem direta, pois usaram dispositivos para medida de tempo de grande precisão.

O Estudo de Micromovimentos pode e deve ser usado com as seguintes finalidades:

- Como auxílio ou ajuda no estudo das atividades de duas ou mais pessoas trabalhando em conjunto.
- Como auxílio ou ajuda para a obtenção de dados relativos a movimentos básicos.
- Como auxílio ou ajuda para se encontrar um método mais eficiente para execução de um trabalho.
- Como auxílio no treinamento de indivíduos, assim como para capacitá-los e torná-los eficientes na aplicação dos princípios de economia de movimentos.

O Estudo de Micromovimentos fornece uma técnica que é própria para a execução de análise detalhada de uma operação:

- filmar a operação a ser executada;
- analisar o filme;
- registrar os resultados da análise; e
- desenvolver um método.

Usualmente, no Estudo dos Micromovimentos é possível trabalhar com a velocidade entre 960 a 1.000 quadros por minuto; também podem ser usadas velocidades superiores para movimentos muito rápidos ou operações complexas.

A análise de micromovimentos não é fundamental para o estudo da grande maioria das operações a serem melhoradas, e deve ser encarada como qualquer outra ferramenta; como algo que deve ser usado quando seja conveniente fazê-lo.

Lucrativamente, o estudo de movimentos pode ser utilizado no estudo de operações altamente repetitivas de ciclos curtos ou então de caráter altamente manual, em trabalhos realizados em larga escala ou ainda em operações executadas por um número elevado de operários.

É importante saber que o Estudo dos Micromovimentos é de grande valor no treinamento de indivíduos para que eles tomem consciência dos movimentos.

O casal Gilbreth também desenvolveu duas técnicas: Análise Ciclográfica e Cronociclográfica, para o estudo das trajetórias dos movimentos de um trabalhador. Ambas possuem um uso limitado em alguns países, porém são bastante empregadas em outros como um excelente meio para a melhoria de métodos.

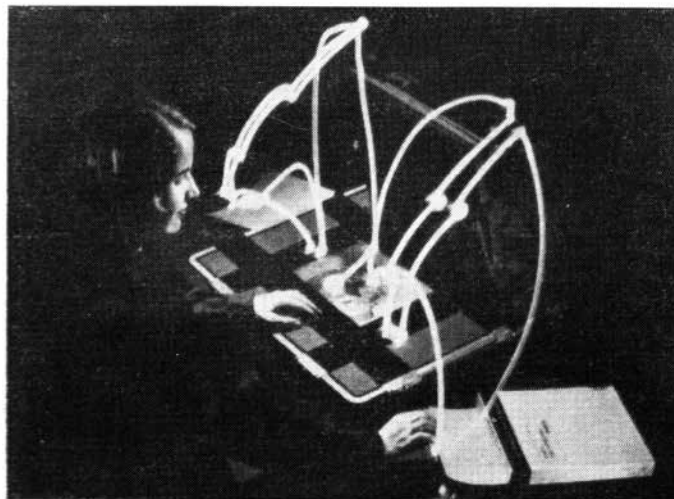


Figura 8: Movimentos necessários para executar uma cópia, usando fotoimpressora manual

Fonte: Barnes (1963, p. 149)

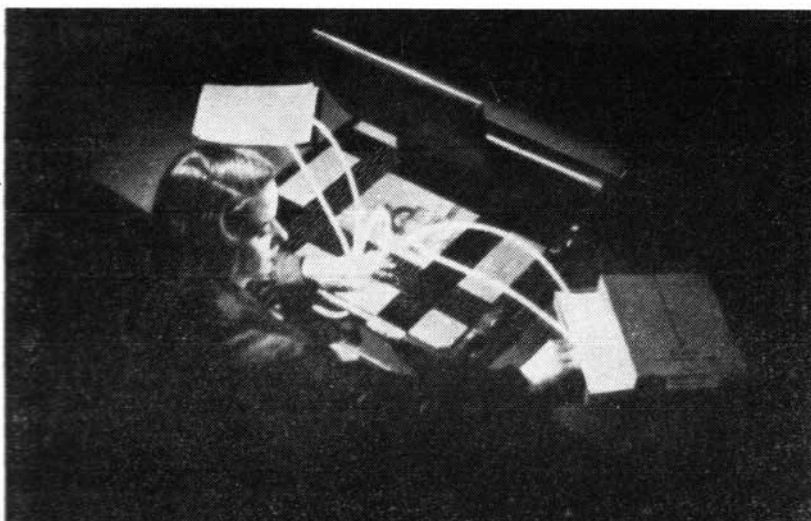


Figura 9: Movimentos necessários para executar uma cópia com impressora mecânica de características melhoradas

Fonte: Barnes (1963, p. 149)

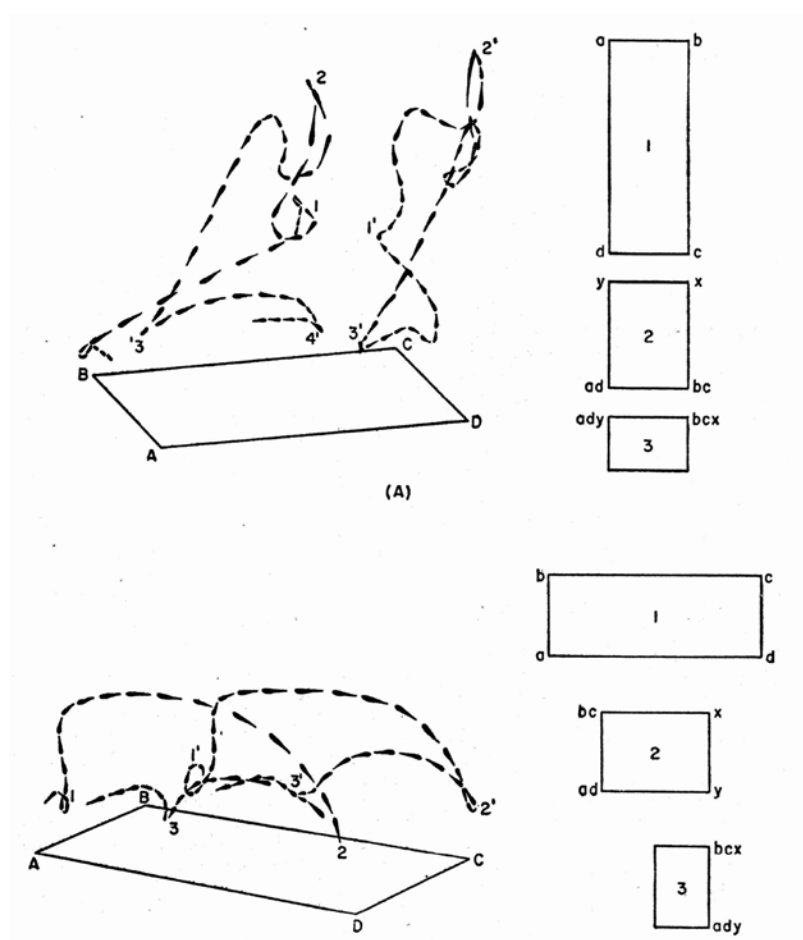


Figura 10: Métodos
Fonte: Maynard (1970a, p. 101)

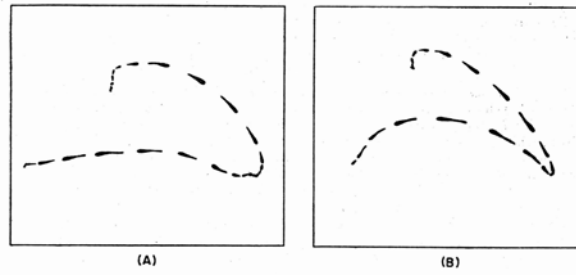


Figura 11: Cronociclógrafo da ação
Fonte: Maynard (1970a, p. 102)

Em uma empresa industrial ou comercial a maior parte do trabalho é executada com as duas mãos. Frank B. Gilbreth, nos seus primeiros estudos e pesquisas relativos ao Estudo de Micromovimentos, desenvolveu algumas subdivisões ou eventos que ele supôs serem comuns a todas as espécies de trabalhos manuais. Diante disso, acabou por forjar a palavra **Therblig**, a fim de ter uma expressão/palavra curta que servisse de referência para qualquer uma das 17 subdivisões elementares de um ciclo de movimentos.

Nome do símbolo	Símbolos Therblig	Explicação sugerida pelo símbolo	Côr	Símbolo da cor	Nº do lápis marca Dixon	Nº do lápis marca Eagle
Procurar	Sh	Olho virado como se estivesse procurando	Preto		331	747
Selecionar	St	Alcançar objeto	Cinza claro		399	734½
Agarrar	G	Mão aberta para agarrar objeto	Carmesim		369	744
Transporte vazio	TE	Mão vazia	Verde oliva		391	739½
Transporte carregado	TL	Mão segurando algo	Verde		375	738
Segurar	H	Mão segurando barra de ferro	Ouro ocre		388	736½
Soltar carga	RL	Soltar o objeto carregado pela mão	Vermelho encarnado		370	745
Pré-posicionar	P	Objeto sendo colocado pela mão	Azul		376	741
Posicionar	PP	Pino de boliche sendo colocado na pista	Azul celeste		394	740½
Inspecionar	I	Lente de ampliação	Ocre queimado		398	745½
Montar	A	Vários objetos reunidos	Roxo		377	742
Desmontar	DA	Uma peça de um conjunto foi retirada	Violeta		377	742
Usar	U	A palavra "Usar"	Púrpura		396	742½
Demora inevitável	UD	Homem batendo, sem querer, seu nariz	Amarelo ocre		373	736
Demora evitável	AD	Homem abandonando o serviço, voluntariamente, para dormir	Amarelo limão		374	735
Planejar	Pn	Homem com dedo na testa, como se estivesse pensando	Marrom		378	746
Descanso para recuperação	R	Homem sentado, como se estivesse descansando	Laranja		372	737

Figura 12: Símbolos e cores padronizados para os movimentos fundamentais das mãos

Fonte: Barnes (1963, p. 152)

Preste atenção: a expressão Therblig é de uso mais conveniente do que movimento da mão ou elemento de movimento.

Therblig

É a denominação de um conjunto de movimentos fundamentais necessários para o trabalhador executar operações em tarefas manuais. A designação Therblig vem do nome de Gilbreth escrito ao contrário, exceto pelo “th”. Os Therbligs são movimentos elementares muito pequenos e breves, também chamados de micromovimentos.

O Therblig é usado no estudo da economia do movimento na área de trabalho. Uma tarefa na área de trabalho é analisada pelo registro de cada uma das unidades de Therblig usadas no processo; com os resultados, o trabalho manual é otimizado devido à eliminação de movimentos desnecessários.

Da mesma maneira que os símbolos do Diagrama de Processo são usados como base para uma variedade de Diagramas de Processo, desde Fluxogramas do Processo até Diagramas de Processo para as duas mãos, os Therbligs são a base das várias técnicas de Micromovimentos.

A duração de cada Therblig é registrada na folha de análise que pode ser representada graficamente por intermédio de um Gráfico de Movimentos Simultâneos, comumente conhecido por [Gráfico SIMO](#).

Você verá mais sobre esse assunto na página 110.

Observe que tanto a folha de análise como o Gráfico SIMO pode ser construído independentemente.

O Diagrama do Ciclo de Movimentos Simultâneos ou Diagrama SIMO é elaborado a partir da análise de um filme de micromovimentos, pois se trata da mais detalhada das técnicas no Grupo de Micromovimentos e proporciona o maior grau de precisão no registro de movimentos.

SIMO vem da designação *Simultaneous Motion*, já que são registrados ao mesmo tempo os movimentos das duas mãos.

Os Diagramas SIMO são usados em operações curtas e repetitivas, levando em conta que inicialmente eram 17 Therbligs, o que torna o diagrama de qualquer operação bastante detalhado. É a mais eficaz de todas as técnicas do Estudo de Movimentos.

Para várias operações, entretanto, não é necessária a construção de um gráfico completo apresentando todos os membros que se movimentam durante um ciclo.

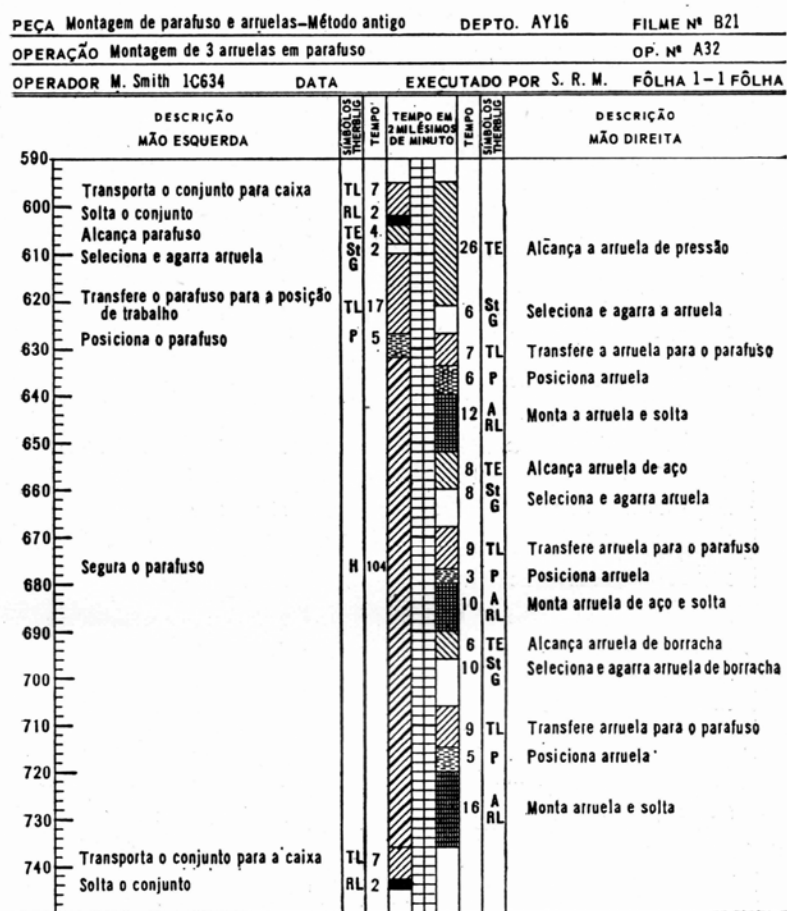


Figura 13: Gráfico SIMO para montagem de parafuso ou arruelas – método antigo

Fonte: Barnes (1963, p. 193)

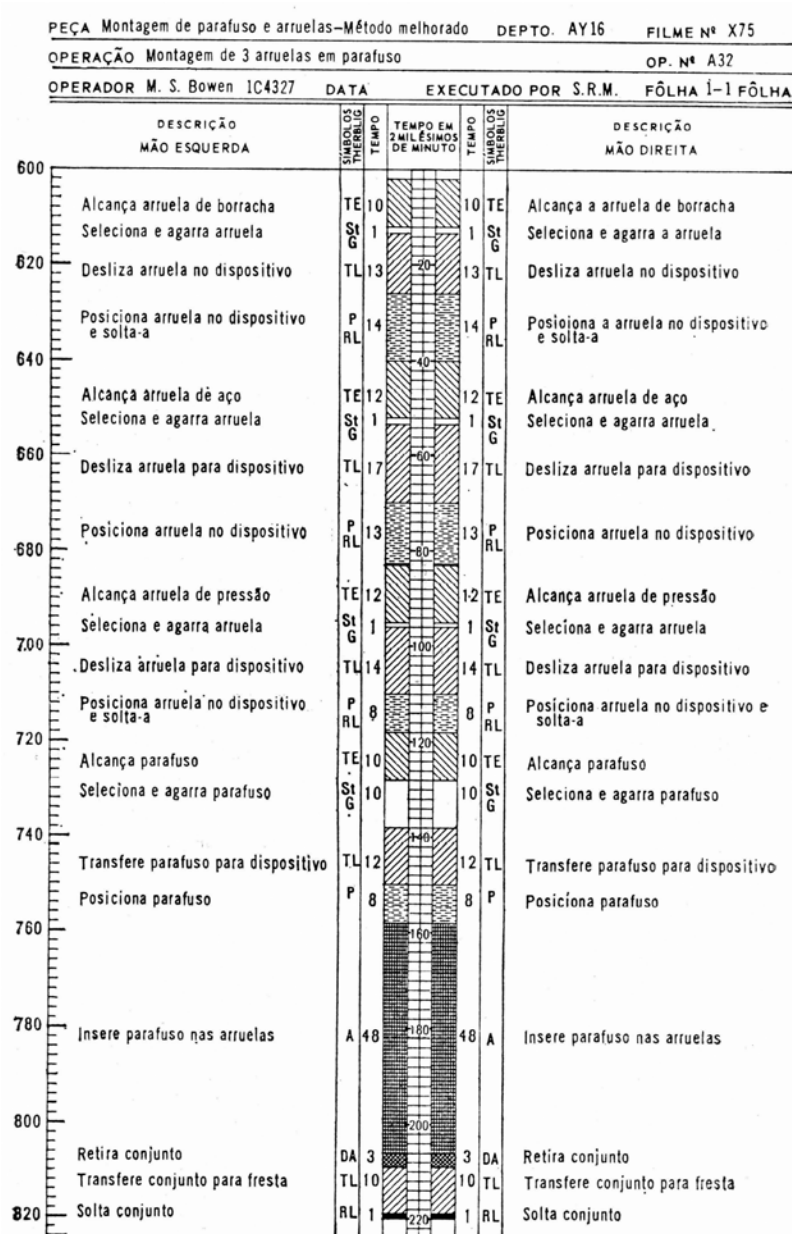


Figura 14: Gráfico SIMO para a montagem do parafuso e arruelas – método melhorado

Fonte: Barnes (1963, p. 194)

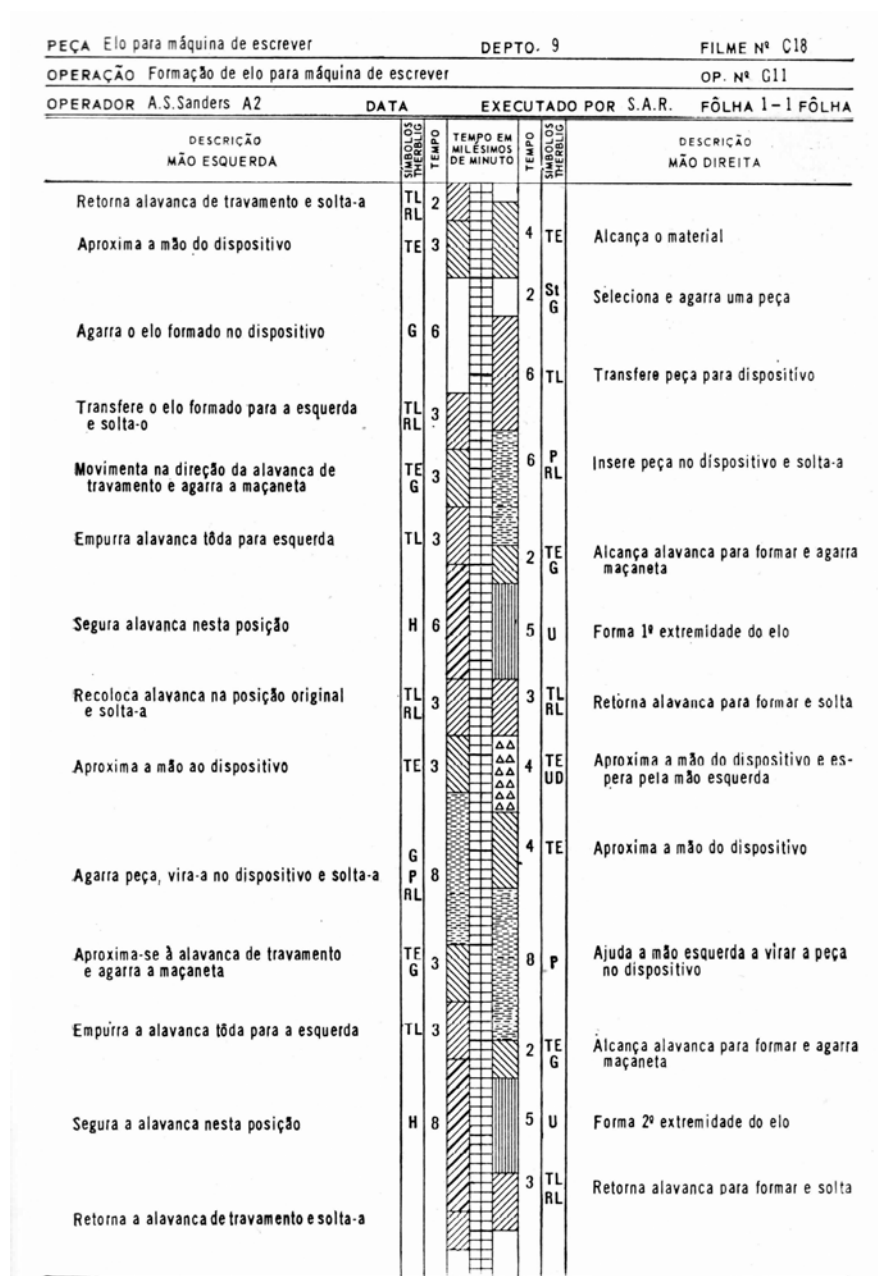


Figura 15: Gráfico SIMO para a operação de formar elos
Fonte: Barnes (1963, p. 199)

Gilbreth denominou de Therblig cada um dos movimentos fundamentais e concluiu que todas as operações compunham-se de uma série de 17 divisões básicas, a saber: procurar, selecionar, agarrar, transporte vazio, transporte carregado, segurar, soltar carga, preposicionar, posicionar, inspecionar, montar, desmontar, usar, demora inevitável, demora evitável, planejar e descansar para recuperação. (MAYNARD, 1970a).

THERBLIGS					
SÍMBOLO	NOME	COR	SÍMBOLO	NOME	COR
	PROCURAR	PRETO		INSPECIONAR	OCRE QUEIMADO
	ENCONTRAR	CINZA		PRÉ-POSICIONAR	AZUL CELESTE
	SELECIONAR	CINZA CLARO		SOLTAR CARGA	VERMELHO ENCARNADO
	AGARRAR	CARMESIM		TRANSPORTE VAZIO	VERDE OLIVA
	TRANSPORTE CARREGADO	VERDE		SEGURAR	OURO OCRE
	POSICIONAR	AZUL		DESCANSO PARA RECUPERAÇÃO	LARANJA
	MONTAR	ROXO		DEMORA INEVITÁVEL	AMARELO OCRE
	USAR	PÓRPURA		DEMORA EVITÁVEL	AMARELO LIMÃO
	DESMONTAR	VIOLETA		PLANEJAR	MARRON

Figura 16: Símbolos e cores dos Therbligs
Fonte: Maynard (1970a, p. 90)

A Interpretação

Se seguirmos cuidadosamente e em detalhes o desenvolvimento do Estudo de Tempos e Movimentos, não será difícil de entender a razão pela qual esses dois termos foram interpretados, por alguns estudiosos, como tendo objetivos diversos. Um grupo de estudiosos via o Estudo de Tempos, exclusivamente, como um meio de estabelecer planos de incentivos com o uso da cronometragem. Outro grupo de estudiosos encarava o Estudo de Movimentos apenas como uma técnica elaborada e dispendiosa, reque-rendo equipamentos cinematográficos e um procedimento de laboratório na determinação de um método adequado para executar um trabalho.

Concomitantemente, um terceiro grupo de estudiosos, este mais significativo, logo compreendeu as melhores ideias do trabalho proposto por Taylor e os Gilbreth, e com um senso adequado de proporção passou a usar os métodos e os dispositivos que pareciam ser melhor aplicáveis para a solução de um problema.

Cronometragem

Quando temos que processar os Estudos de Tempos é necessário dispor de um mínimo de equipamentos de base para uso de campo, a saber:

- um cronômetro;
- uma máquina de filmar;
- uma prancheta para cronômetro; e
- folhas de observação.

Em determinados complexos industriais, em que as condições ambientais são críticas, há, por vezes, a necessidade de conhecê-las com certo rigor; e para tanto, poderão ser necessários termômetros, higrômetros, sonômetros, dosímetros etc.

São utilizados, normalmente, para o estudo dos tempos dois modelos de cronômetro: com retorno a zero e partida automática e o cronômetro vulgar de leitura contínua; existem, ainda, aqueles de leitura fixa. Por outro lado, podemos encontrar cronômetros com diversos tipos de graduação, sendo os mais comuns os graduados em quintos de segundo, em centésimos de minuto e em décimos milésimos de hora.

Higrômetros – nome genérico de instrumentos que servem para medir a umidade de gases ou do ar. Fonte: Houaiss (2009).

Sonômetros – instrumento destinado a medir e comparar os sons e intervalos harmônicos. Fonte: Houaiss (2009).

Dosímetro – qualquer aparato utilizado na dosimetria como, por exemplo, filmes fotográficos, câmaras de ionização etc. Fonte: Houaiss (2009).

Também podemos encontrar em lojas especializadas cronômetros digitais graduados em minutos e horas, e, ainda, alguns tipos menos comuns, concebidos para aplicações especiais.

Podemos, no entanto, utilizar um cronômetro normal, pois para fazermos os cálculos é melhor converter as leituras em horas ou minutos decimais.

A cronometragem do tempo de execução de determinada tarefa pode ser realizada com a utilização de um cronômetro normal facilmente encontrado no mercado. O inconveniente dos cronômetros normais é que o sistema horário é sexagesimal; assim os tempos medidos precisam ser transformados para o sistema centesimal antes de serem utilizados nos cálculos.

Saiba que para facilitar a tomada de tempos, existe um tipo de cronômetro, encontrado nas lojas especializadas, que conta o tempo de forma centesimal: uma volta do ponteiro maior corresponde a 1/100 da hora, ou seja, 36 segundos.

A utilização de filmadoras tem a vantagem de registrar facilmente todos os movimentos executados pelo operador, e, se bem utilizada, pode eliminar a tensão psicológica que o operador sente quando está sendo observado diretamente por um cronoanalista.

Solução de Problemas

O Projeto do Método, para realizar uma operação quando um novo produto deverá entrar em processo produtivo ou for melhorado um método já existente, é uma das partes mais significativas do Estudo de Tempos e de Movimentos.

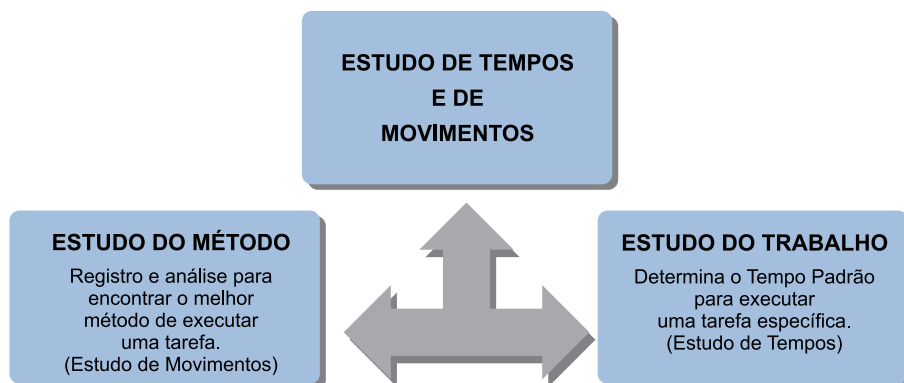


Figura 17: Grupos do Estudo de Tempos e Momentos

Fonte: Elaborada pelos autores deste livro

Consequentemente, as Etapas do Estudo de Tempos e Métodos são:

- Desenvolvimento do Método Perfeito;
- Padronização da operação;
- Determinação do tempo padrão; e
- Treinamento do operador.

Porém, o Desenvolvimento do Método Perfeito, para uma melhor compreensão, deve ser assim estudado:

- Aplicação do Método Científico para determinar o melhor Método para se produzir um produto ou serviço.
- Determinação de objetivos e posteriormente:
 - Definição do problema;
 - Análise do problema;
 - Pesquisa de possíveis soluções;
 - Avaliação das alternativas; e
 - Recomendação para ação.

Para o desenvolvimento do método perfeito, devemos nos valer das seguintes técnicas:

- Análise do Processo:
 - Gráfico do Fluxo de Processo ou Fluxograma;
 - Mapofluxograma; e
 - Gráfico de Operações.
- Análise da Operação:
 - Análise superficial;
 - Análise por elementos; e
 - Estudo de Micromovimentos (Filmagem e Fotografia).
- Gráfico de Atividades:
 - Gráfico de Atividades; e
 - Gráfico Homem-Máquina.

Procedimentos para Elaboração – Diagrama de Processo-Operação

O termo Diagrama do Processo refere-se a uma família de diagramas, que inclui:

- Diagrama de Processo-Operação;
- Gráfico do Fluxo do Processo ou Fluxograma;

- Diagrama de Atividades Múltiplas; e
- Diagrama SIMO.

O Diagrama de Processos-Operação é uma representação gráfica dos pontos nos quais os materiais são introduzidos no processo, e da sequência de inspeções e de todas as operações, excetuadas aquelas envolvidas na movimentação de materiais. Podemos também incluir quaisquer outras informações consideradas desejáveis para a análise, tais como o tempo requerido e a localização.

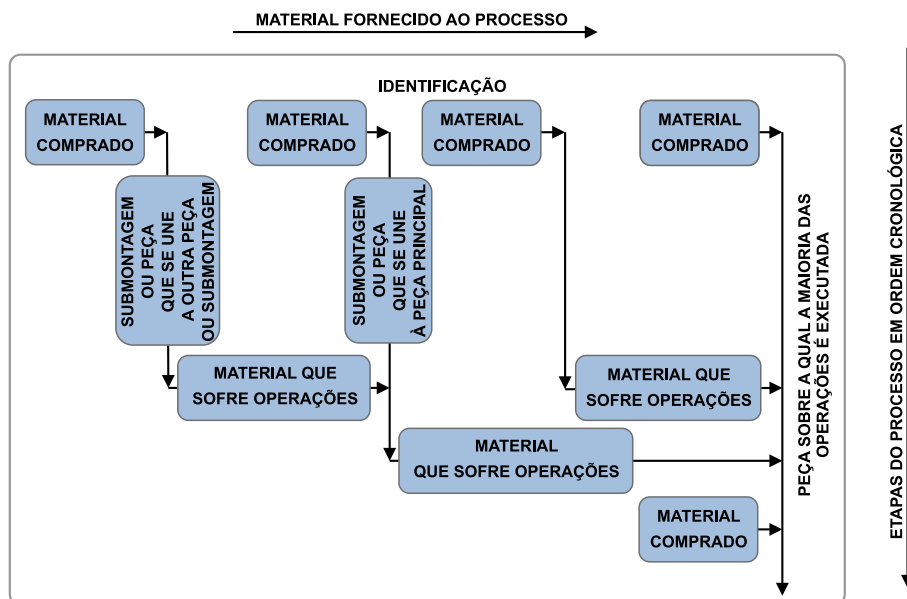


Figura 18: Ilustração dos princípios de construção dos diagramas de processos-operação

Fonte: Maynard (1970a, p. 30)

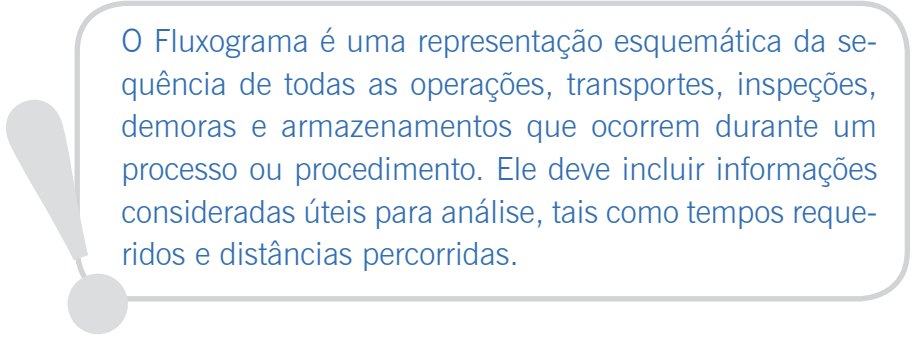
Os Diagramas de Processo-Operação se diferem largamente, devido às diferenças dos processos que eles estão retratando. Por isso, é pouco prático o uso de impressos padronizados, contendo apenas informação identificadora, para sua confecção. Esses diagramas são, em consequência, desenhados em papel comum, de tamanho suficiente para acomodar a representação do processo em estudo.

A sequência de execução das atividades representada no Diagrama é indicada pela ordem dos símbolos, dispostos em linhas de fluxos verticais. As entradas de materiais, tanto os comprados como aqueles sobre os quais são efetuadas operações durante o processo, são indicadas por linhas horizontais concorrentes com as linhas de fluxo verticais.

A finalidade desse Diagrama é proporcionar uma imagem do processo como um todo, e não a de dar especificações detalhadas do material empregado.

Gráfico do Fluxo do Processo ou Fluxograma

O Gráfico do Fluxo do Processo é uma técnica para se registrar um processo de maneira compacta, a fim de tornar possível sua compreensão e posterior melhoria. O Gráfico representa os diversos passos ou eventos que ocorrem durante a execução de uma tarefa específica ou durante uma série de ações. O Diagrama usualmente tem seu início com o ingresso da matéria-prima e a segue durante cada um dos seus passos, tais como transportes, armazenamentos, inspeções, usinagens/demoras, operações/montagens, até que ela se torne um produto acabado ou parte de um subconjunto.



O Fluxograma é uma representação esquemática da sequência de todas as operações, transportes, inspeções, demoras e armazenamentos que ocorrem durante um processo ou procedimento. Ele deve incluir informações consideradas úteis para análise, tais como tempos requeridos e distâncias percorridas.

O Gráfico do Fluxo do Processo pode e deve registrar o andamento do processo, assim como ajuda a demonstrar os efeitos que mudanças em uma parte do processo podem vir a ter. Além disso, o Gráfico poderá auxiliar na descoberta de operações particulares do processo produtivo que devem ser submetidas a uma análise mais cuidadosa.

O Gráfico do Fluxo do Processo, assim como outros métodos de representação gráfica, deve ser modificado para se enquadrar ao problema em consideração.

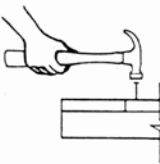
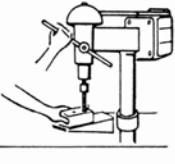
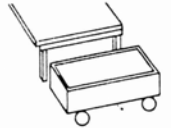
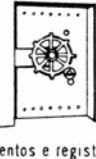
OPERAÇÃO  Um círculo maior indica uma operação como →	 Pregar	 Furar	 Datilografar
TRANSPORTE  Uma flexa indica um transporte como →	 Mover material com carrinho de mão	 Mover material com guindaste ou elevador	 Mover material carregando (Mensageiro)
INSPEÇÃO  Um quadrado indica uma inspeção como →	 Examinar material quanto a qualidade ou quantidade	 Ler manômetro do vapor da caldeira	 Examinar um folheto para obter informações
ATRAZO  A letra D indica um atraso como →	 Material no carrinho ou no chão, ao lado da bancada, aguardando processamento	 Operário aguardando elevador	 Papéis esperando arquivamento
ARMAZENAMENTO  Um triângulo indica um armazenamento como →	 Armazenamento a granel de matéria prima	 Produto acabado no armazém	 Documentos e registros guardados no cofre

Figura 19: Símbolos do gráfico do fluxo de processo

Fonte: Barnes (1963, p. 79)

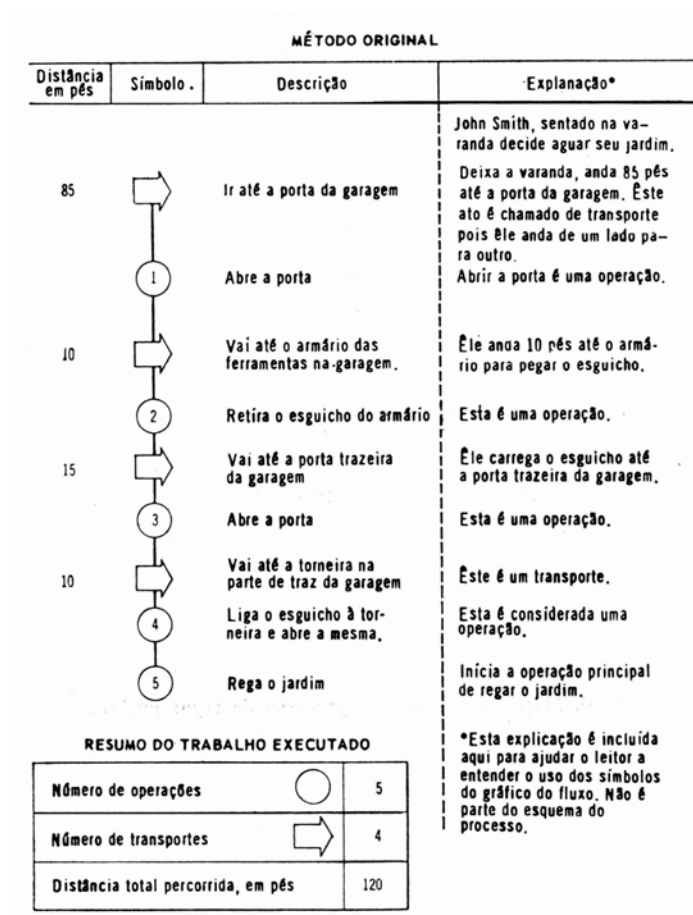


Figura 20: Gráfico do fluxo de processo

Fonte: Barnes (1963, p. 81)

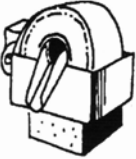
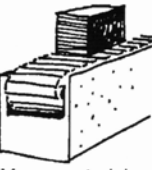
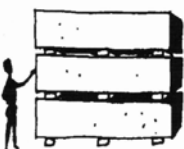
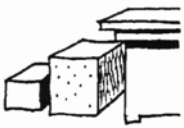
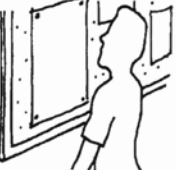
OPERAÇÃO	 Um círculo indica uma operação, como por exemplo:	 Pregar um prego	 Misturar	 Digitar
TRANSPORTE	 Uma seta indica transporte, como por exemplo:	 Mover material com carrinho	 Mover material com correia	 Carregar o material (mensageiro)
ESTOCAGEM	 Um triângulo indica estocagem, como por exemplo:	 Líquidos em contêineres	 Produtos acabados em paletes	 Documentos em arquivo
DEMORA	 A letra D maiúscula indica uma demora, como por exemplo:	 Esperando elevador	 Material ao lado da bancada, aguardando processamento	 Formulários a serem preenchidos
INSPEÇÃO	 Um quadrado indica inspeção, como por exemplo:	 Examinando peças acabadas	 Verificando a pressão em uma caldeira	 Verificando instruções escritas

Figura 21: Símbolos do fluxograma do processo

Fonte: Moreira (2008, p. 268)

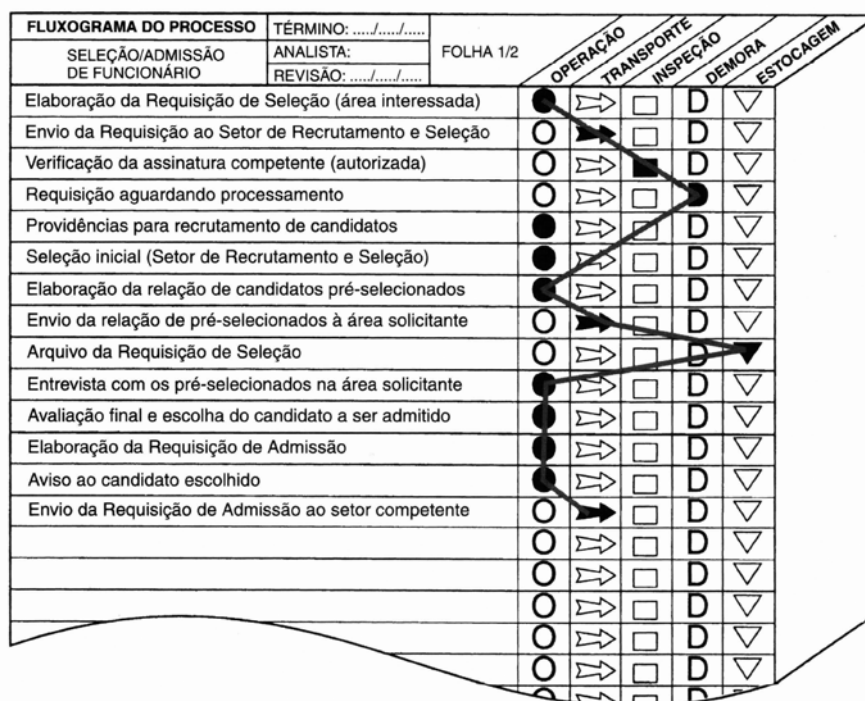


Figura 22: Exemplo de um fluxograma
Fonte: Moreira (2008, p. 269)

O Gráfico do Fluxo de Processo ou Fluxograma do Processo ou, simplesmente, Fluxograma é uma representação gráfica do que ocorre com o material ou conjunto de materiais, incluindo peças ou subconjuntos de montagem, durante uma sequência bem definida de fases do processo produtivo.

O Fluxograma tem sido mais usado nos processos produtivos, ou seja, nas fábricas, como uma ferramenta auxiliar para a eliminação de operações, melhorando o Arranjo Físico do equipamento e reduzindo o manuseio de materiais. Consequentemente, escritórios, bancos, restaurantes, hotéis etc. também devem utilizar essa técnica no estudo de seus processos para obterem significativas economias.

O tipo especial do Gráfico do Fluxo do Processo para montagem, também chamado de Diagrama do Fluxo de Processo para montagem, é útil quando empregado na descrição das seguintes situações:

- Quando várias partes são processadas separadamente, e montadas e processadas em conjunto.
- Quando um produto é desmontado e as partes componentes submetidas a processamento posterior (Ex.: um animal em um matadouro).

- Quando é necessário apresentar a divisão no fluxo do trabalho.

O Fluxograma do Processo também é uma valiosa ferramenta na ajuda e na preparação de um novo Arranjo Físico (*layout*) ou na recolocação de um equipamento já em uso.

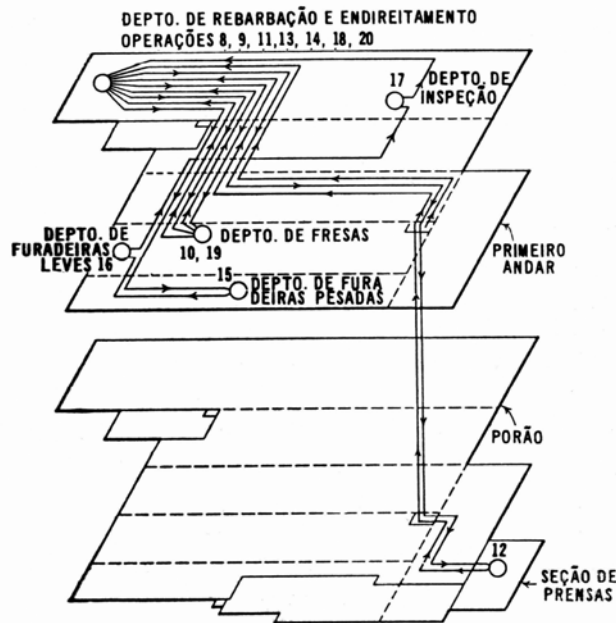


Figura 23: Arranjo Físico para fabricação de suporte – método antigo
Fonte: Barnes (1963, p. 96)

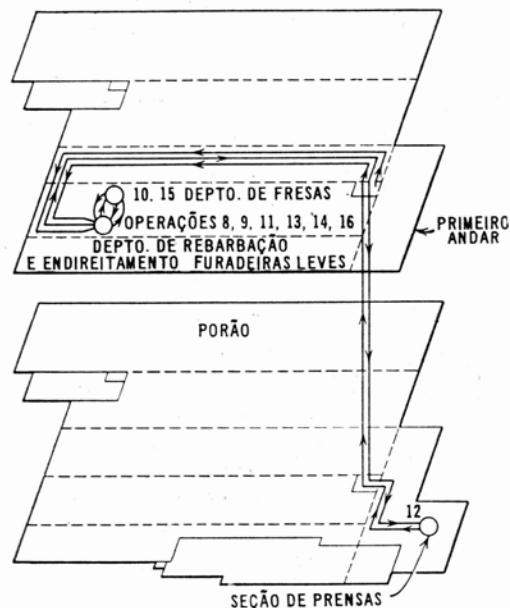


Figura 24: Arranjo Físico para fabricação de suporte – método melhorado
Fonte: Barnes (1963, p. 97)

O Diagrama do Fluxo de Processo para grupos é uma técnica auxiliar para o estudo das atividades de um grupo de pessoas trabalhando juntas. Esse diagrama compõe-se dos Diagramas do Fluxo de Processo para cada membro individual, dispostos de forma a permitir uma análise completa. As operações que são executadas simultaneamente pelos membros do grupo são colocadas em uma mesma lista. A finalidade básica desse diagrama é poder avaliar as atividades do grupo e, então, compô-lo de forma a reduzir-se a um mínimo todas as esperas.

Mapofluxograma

Consiste no desenho das linhas de fluxo sobre a planta baixa, com vistas a identificar as circulações de materiais e de pessoas, além de permitir a visualização gráfica da Carta de Processo.

O objetivo desse recurso é permitir o estudo, em conjunto com o Fluxograma, as condições de movimentação física que se seguem em um determinado processo produtivo, bem como os espaços disponíveis ou necessários e as localizações relativas dos centros de trabalho.

O Mapofluxograma representa a movimentação física de um item através dos centros de processamento dispostos no Arranjo Físico de uma instalação produtiva, seguindo uma sequência ou rotina fixa; é usado quando existe interesse em analisar e detectar os tipos de atividades realizadas nos centros de trabalho por onde passam os itens em processamento: para isso, desenham-se sobre as linhas junto a cada centro de trabalho os símbolos gráficos, que definem as atividades ali executadas.

Podemos entender por Mapofluxograma um desenho do Arranjo Físico (*layout*) de um ou mais andares de um prédio, mostrando a localização de todas as atividades registradas em um fluxograma. As trajetórias seguidas pelo material ou pelo homem, assinaladas no fluxograma, são mostradas no Mapofluxograma por meio de traços. Neste, cada atividade é identificada por símbolo e número correspondentes àqueles que aparecem no fluxograma. A direção do movimento é indicada quando colocamos as setas de maneira que apontem a direção do fluxo.

O Mapofluxograma permite uma visão especial do processo produtivo, podendo ser bidimensional ou tridimensional. Esse recurso

mostra – em conjunto com o fluxograma – as etapas do processo, a sequência de execução, o posicionamento físico das atividades e a direção do movimento.

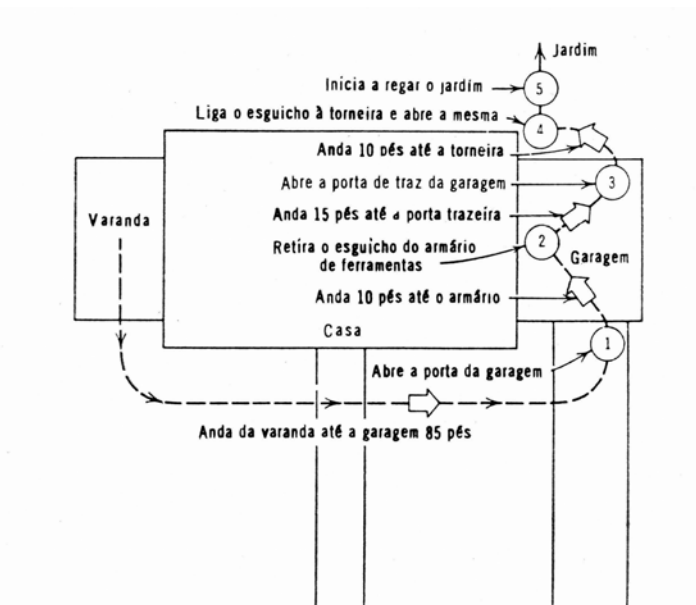


Figura 25: Mapofluxograma do processo de regar jardim
Fonte: Barnes (1963, p. 82)

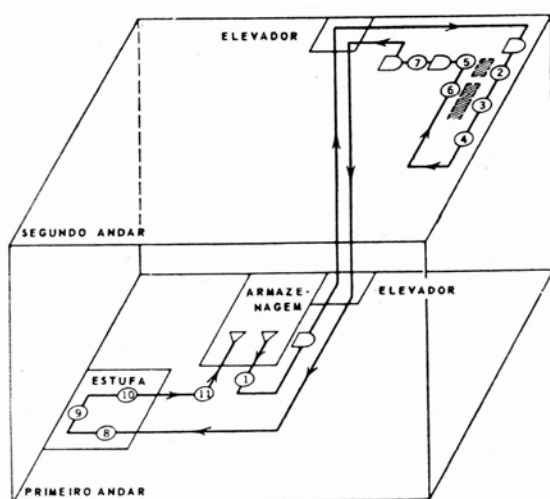


Figura 26: Mapofluxograma do método antigo para recobrir rebolos para polir com pó de esmeril
Fonte: Barnes (1963, p. 83)

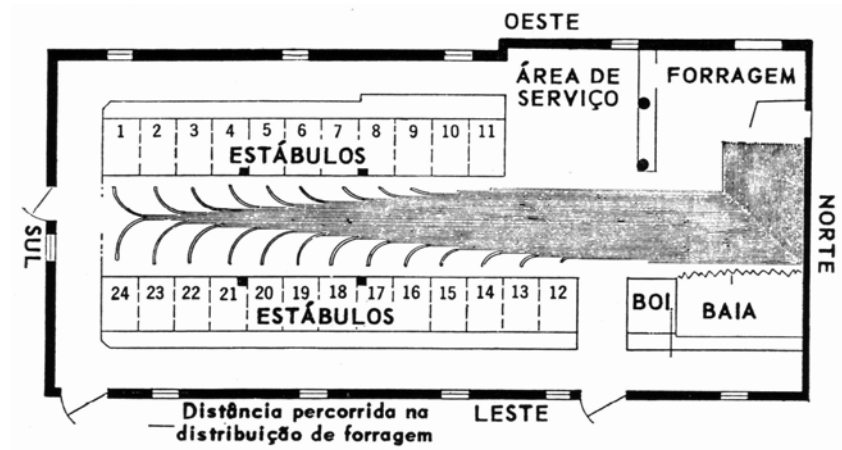


Figura 27: Mapofluxograma da distribuição de forragem para vacas em uma pequena granja – método antigo
Fonte: Barnes (1963, p. 88)

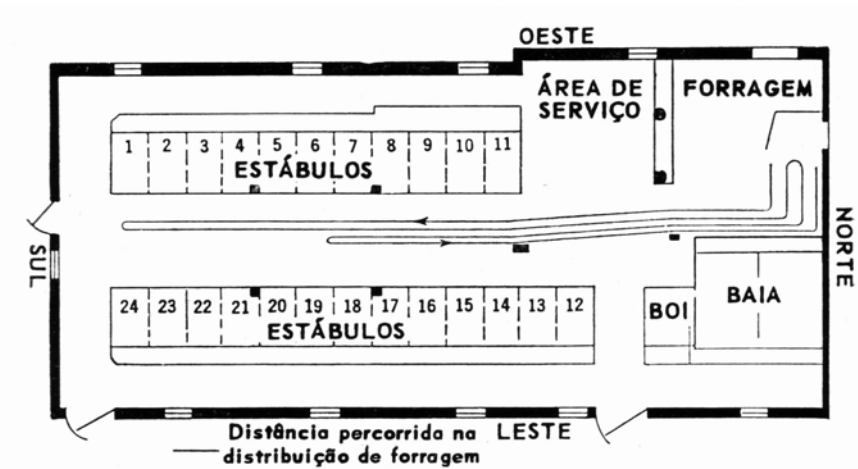


Figura 28: Mapofluxograma da distribuição de forragem para vacas em uma pequena granja – método melhorado
Fonte: Barnes (1963, p. 89)

Características do Mapofluxograma:

- Fluxograma elaborado sobre a planta baixa onde se realiza a atividade estudada.
- Fornece uma visão geral do processo.
- Favorece a visualização de transportes mais longos.
- Não fornece dados sobre a intensidade dos fluxos de movimentação.
- Pode apresentar movimentos em múltiplos pavimentos.

Em alguns casos torna-se necessária a elaboração e a construção do Fluxograma e também do Mapofluxograma, a fim de que se tornem claros os passos de um processo de manufatura, de um procedimento de escritório ou outra atividade qualquer.

A seguir vamos sugerir um conjunto de passos que deverão ser seguidos na execução de um Gráfico do Fluxo do Processo e de um Mapofluxograma. Observe:

- Determine a atividade a ser executada.
- Decida se o objeto a ser seguido é uma pessoa, produto, parte, material ou impresso.
- Escolha pontos definidos para o início e o término do gráfico.
- O Gráfico do Fluxo do Processo deve ser elaborado em uma folha de papel com dimensões adequadas para conter:
 - cabeçalho;
 - descrição; e
 - sumário.



Inclua no Gráfico do Fluxo do Processo um sumário tabular, mostrando o número total de operações, o número total de movimentos de cada espécie, as distâncias percorridas, o número de inspeções, de armazenamento e de esperas.

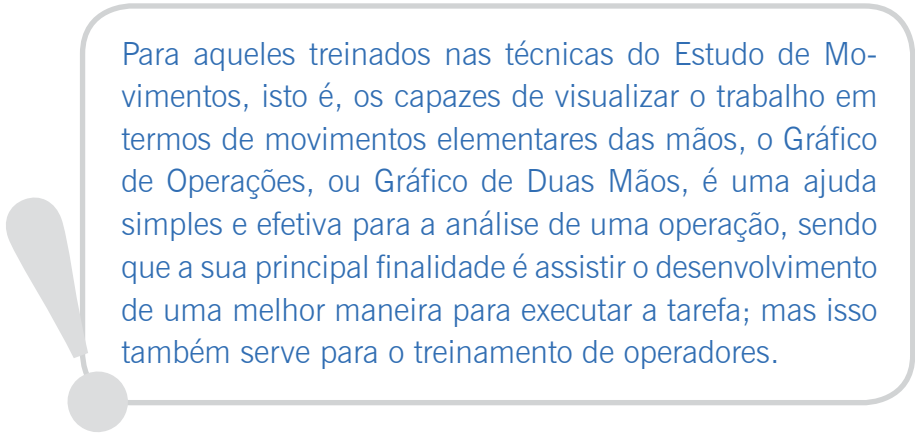
- Obtenha uma planta baixa (*layout*) do Departamento ou da fábrica, mostrando a localização das máquinas e dos equipamentos usados na produção.
- Desenhe nas plantas baixas o fluxo da parte através da fábrica anotando o sentido do movimento por meio de flechas. As distâncias devem ser realmente medidas e não estimadas.

Gráfico de Operações

O estudo geral do processo produtivo resultará na redução da distância percorrida pelo operador, na redução do emprego de materiais e ferramentas, originando procedimentos ordenados e sistemáticos.

O objetivo do Estudo de Movimentos é analisar os movimentos usados por um operário na execução de uma operação, a fim de determinar o método preferido. Sistemáticamente devemos analisar todos os movimentos desnecessários e dispor os movimentos restantes na melhor sequência.

O Estudo de Movimentos poderá variar desde uma análise rápida seguida pela aplicação dos princípios de economia de movimentos, a um estudo detalhado dos movimentos individuais de cada mão, seguido por uma detalhada e cuidadosa aplicação dos princípios da economia da movimentos.



Para aqueles treinados nas técnicas do Estudo de Movimentos, isto é, os capazes de visualizar o trabalho em termos de movimentos elementares das mãos, o Gráfico de Operações, ou Gráfico de Duas Mãos, é uma ajuda simples e efetiva para a análise de uma operação, sendo que a sua principal finalidade é assistir o desenvolvimento de uma melhor maneira para executar a tarefa; mas isso também serve para o treinamento de operadores.

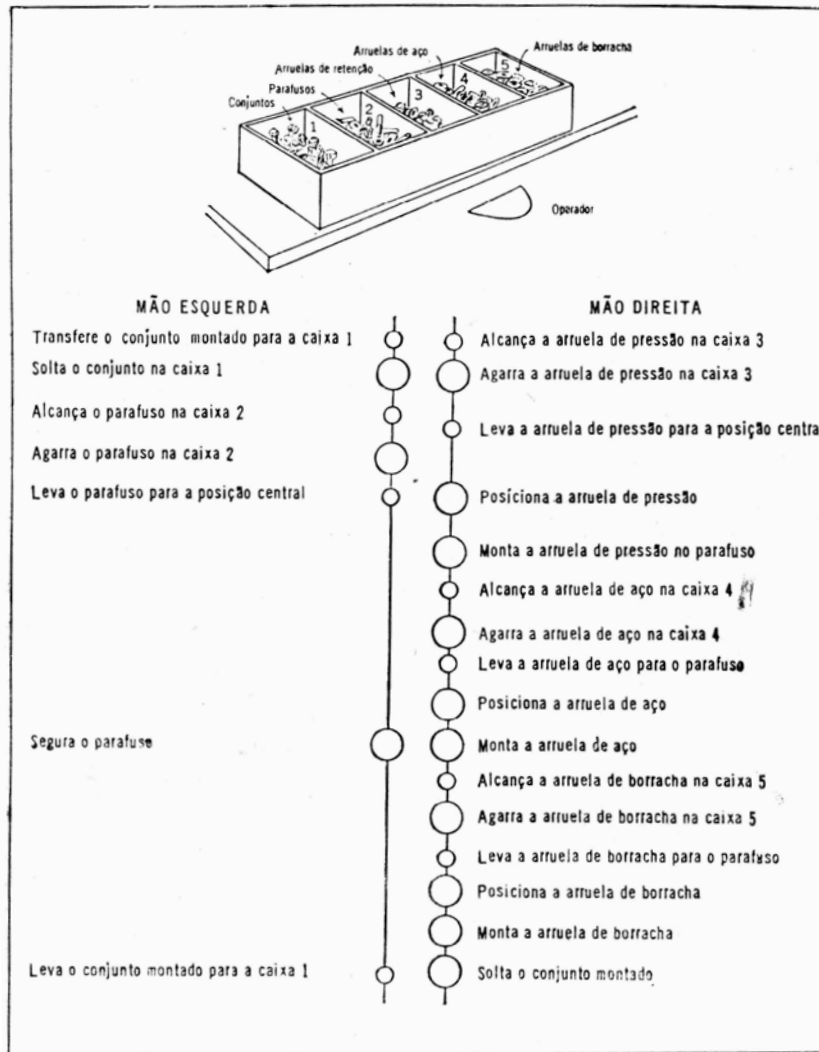


Figura 29: Gráfico de operações para a montagem de parafuso e arruelas – método antigo
Fonte: Barnes (1963, p. 128)

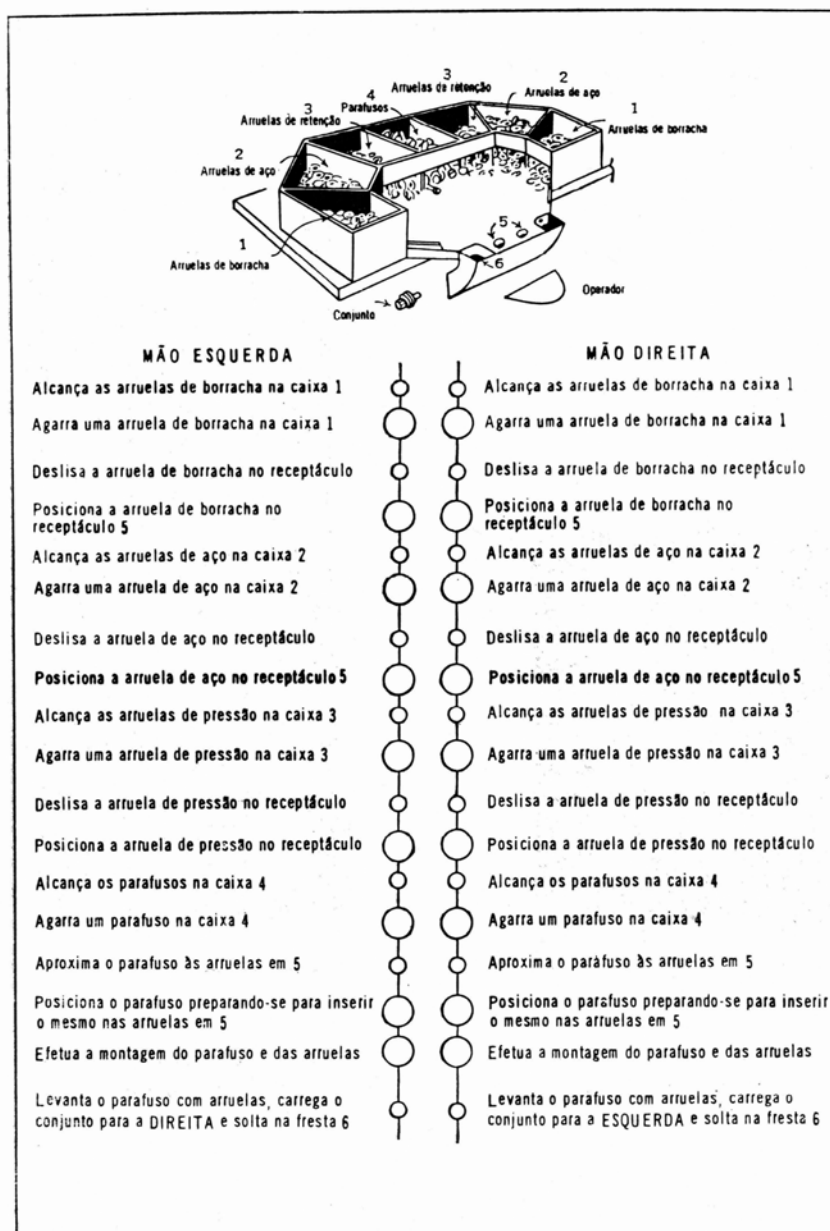


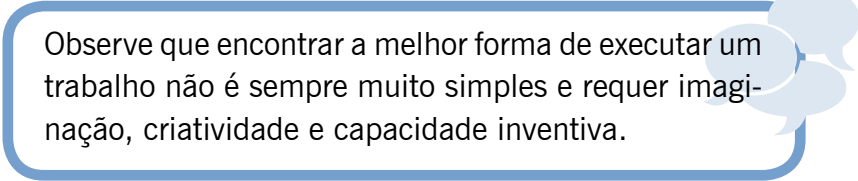
Figura 30: Gráfico de operações para a montagem de parafuso e arruelas – método melhorado

Fonte: Barnes (1963, p. 129)

O primeiro passo na execução de um Gráfico de Operações é desenhar um esquema do local de trabalho, indicando os conteúdos dos diversos depósitos e a localização das ferramentas e dos materiais. Após isso, devemos observar o operador anotando ou filmando os movimentos de cada uma das mãos em separado. É preciso registrar os movimentos ou elementos para a mão esquerda no lado esquerdo da folha de papel, e, de maneira análoga, os movimentos da mão direita no lado direito da folha.

Uma das melhores formas de se equacionar o problema de desenvolvimento de um melhor método para se executar uma tarefa, é submeter à operação em estudo á perguntas específicas e detalhadas. Além de estudar os movimentos usados na execução da operação, é importante considerar os materiais, ferramentas, dispositivos, equipamentos de manuseio, condições de trabalho, bem como outros fatores que possam afetar a tarefa em execução.

Quando o analista possui diante de si uma subdivisão detalhada da operação, ele está em uma posição muito mais favorável para questionar cada elemento da tarefa e desenvolver um método mais fácil e melhor.



Observe que encontrar a melhor forma de executar um trabalho não é sempre muito simples e requer imaginação, criatividade e capacidade inventiva.

Após o registro de tudo que pode ser levantado em relação ao trabalho, devemos analisar as diversas fases da operação, tais como:

- Materiais;
- Manuseio de materiais;
- Ferramentas, dispositivos e gabaritos;
- Máquinas;
- Operador; e
- Condições de trabalho.

Essa lista de indagações, apesar de incompleta, mostra alguns dos elementos que podem ser considerados quando for realizado um estudo completo para encontrar a melhor maneira de executar o trabalho.

Outra forma de atacar o problema é dividi-lo em três partes, a saber:

- Preparação;
- Execução; e
- Disposição.

Quando um procedimento sistemático é seguido na procura de um melhor método, é raro encontrar na primeira tentativa aquele que melhor se adapte às circunstâncias. O desenvolvimento do método mais econômico para a execução de uma dada tarefa é usualmente um processo de pesquisa e investigação.

Análise das Operações

O estudo geral do processo produtivo resultará na redução da distância percorrida pelo operador e na redução do emprego de materiais e ferramentas, originando procedimentos ordenados e sistemáticos.

Depois de termos completado tais estudos, é oportuno que investiguemos as operações específicas, a fim de melhorá-las. O objetivo da análise das operações é considerar os movimentos usados por um trabalhador/operário na execução de uma tarefa/operação para proceder à análise das operações desenvolvidas.

A partir dessa análise, que pode ser superficial ou por elementos específicos, procuramos eliminar todos os movimentos desnecessários e dispor os movimentos restantes na melhor sequência. É justamente quando iniciamos a análise das operações específicas que as técnicas e os princípios do Estudo de Movimentos se tornam mais úteis.

A extensão que devemos dar ao Estudo de Movimentos, bem como às demais fases do Estudo de Movimentos e de Tempos, dependerá principalmente das economias antecipadas provenientes da redução dos custos operacionais.

Diagrama SIMO

O Diagrama do Ciclo de Movimentos Simultâneos, ou Diagrama de Processo de Duas Mãos, também conhecido como Diagrama SIMO (movimentos simultâneos), é uma técnica utilizada para estudos de fluxos de produção que envolvem montagem ou desmontagem de componentes, e é elaborada a partir da análise de um filme de micromovimentos. É a mais detalhada das técnicas, no grupo de micromovimentos, e proporciona o maior grau de precisão no registro de movimentos. Ela é provavelmente a mais eficaz de todas as técnicas de estudo de movimentos, no tocante a sugestões para aperfeiçoamento.

Usando filmes modernos e rápidos e câmeras com lentes aperfeiçoadas, muitas operações podem ser filmadas com a luz natural do local de trabalho, e algumas requerem apenas uma pequena iluminação adicional.

Tanto o tempo da filmagem quanto o custo do filme são, geralmente, repostos muitas vezes mais, com o tempo economizado no estágio de instalação da tarefa e com as economias adicionais possibilitadas por uma análise tão precisa.

Quando a análise de filme em Therbligs está completa, sabemos que as informações relevantes foram extraídas do filme, mas não estão em uma forma que ofereça uma fácil visão do conjunto. É necessário, então, antes de tentar desenvolver um novo método, colocar os dados sob uma forma gráfica. O casal Gilbreth desenvolveu um diagrama denominado: Diagrama do Ciclo de Movimentos Simultâneos ou, abreviadamente, Diagrama SIMO.

A maioria dos processos industriais não requer a análise de nada além de movimentos de dedos e braços, com um ocasional movimento dos pés.

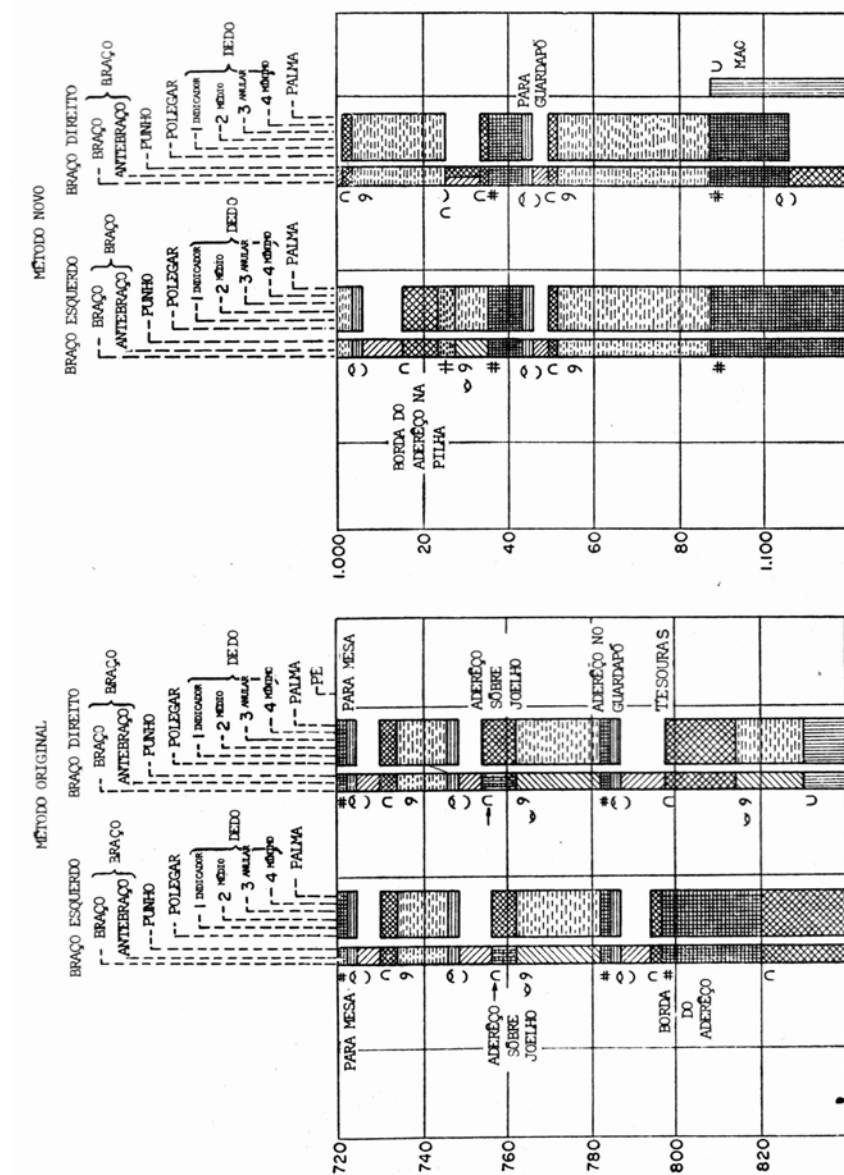


Figura 31: Diagramas SIMO dos métodos original e novo de costurar adereços frontais em guarda-pós
Fonte: Maynard (1970a, p. 94)

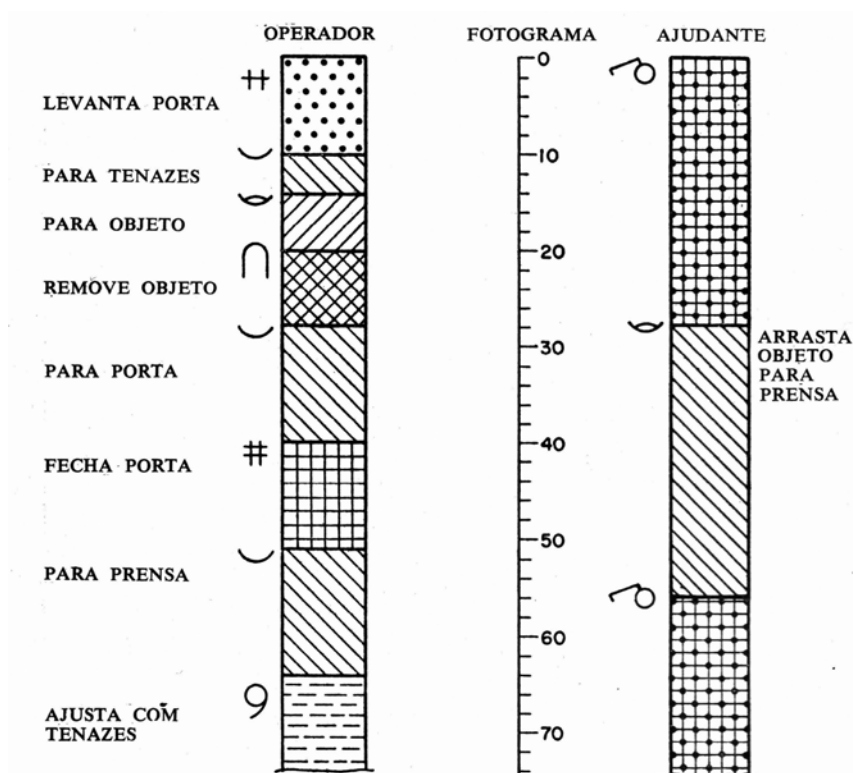


Figura 32: Fragmento de um diagrama SIMO, extraído de um filme memo-motion de uma fornalha e prensa operada por dois homens

Fonte: Barnes (1964, p. 96)

Para construir um Diagrama SIMO, o analista deve observar o operador e registrar os seus movimentos. O que ocorre é que os Therbligs são movimentos tão rápidos (às vezes, de poucos milésimos de minutos) que fica difícil ao analista registrá-los corretamente por meio de uma simples observação direta. Por esse motivo, é habitual filmar a operação e depois projetar o filme quadro a quadro. Os movimentos elementares podem então ser identificados e, como se conhece a velocidade da filmagem, também a sua duração fica determinada. Apesar do custo envolvido na filmagem, atualmente, esse uso não se restringe somente ao ambiente industrial; também tem se revelado muito útil para treinamento e análise de movimentos em áreas tais como o esporte, a odontologia e a medicina.

O Gráfico SIMO pode ser construído independentemente da Folha de Análise ou elaborado a partir dos dados nela contidos.

Quando temos várias operações, entretanto, não é necessária a construção de um gráfico completo apresentando todos os membros que se movimentam durante um ciclo, mas o mesmo procedimento deverá ser usado na construção de um gráfico que apresente os movimentos dos braços, das pernas, da cabeça, do tronco e demais partes do corpo.

Na elaboração do Gráfico SIMO, os movimentos executados pela mão direita, serão registrados no lado direito do gráfico; e de forma análoga para os movimentos da mão esquerda.

Algumas vezes, durante a análise dos movimentos das mãos esquerda e direita, há motivo para confusão, isto porque alguns membros do braço estão executando certos movimentos enquanto outros executam movimentos diferentes.



Quando realizamos uma análise completa de uma operação, cada um dos membros do braço é analisado separadamente – o braço, o antebraço, o punho, o dedo mínimo, o anelar, o médio, e assim por diante.

Depois do Gráfico SIMO da operação ser completado, teremos apenas iniciado a tarefa de encontrar um meio melhor para a execução do trabalho. Um estudo completo do Gráfico é geralmente o primeiro passo na execução desta tarefa.

O Gráfico SIMO é um excelente auxiliar na visualização de um ciclo completo com todos os detalhes, e auxilia na elaboração de melhores combinações dos movimentos mais desejáveis.

Frequentemente, na prática, verificamos que a sequência de movimentos em um tipo de trabalho pode ser usada em outros tipos de trabalho, ou então, uma sequência especialmente favorável em uma operação pode sugerir uma sequência mais eficiente em outra. O Gráfico SIMO evidencia os pontos em que ocorrem esperas do ciclo, e auxilia o encontro de um meio mais efetivo para eliminação dessas esperas.

Para a elaboração do Diagrama SIMO ou Diagrama de Duas Mãos é preciso:

- Apresentar o produto final e seus componentes.
- Elaborar lista dos componentes que serão montados dentro da área normal de montagem.

- Definir a sequência de movimentos em que deve ser efetuada a montagem.
- Registrar, em forma de documento, o método que será utilizado como padrão de referência.
- Padronizar o processo.

Análise do Método de Trabalho

A metodologia básica para executarmos um Estudo de Métodos assenta na realização de quatro atividades, que deverão ser cumpridas com rigor para que o resultado final seja confiável e se evite a perda de oportunidades de melhoria resultantes de uma má aplicação. As quatro fases são:

- Observação;
- Registro dos dados e informações;
- Análise crítica; e
- Proposta de novos métodos ou oportunidades de melhoria.

Observamos se as máquinas, ferramentas, materiais e métodos de trabalho usados pelos trabalhadores afetam diretamente a produtividade da mão de obra. Como efetuar a melhoria dos métodos de trabalho? Talvez uma boa ideia fosse iniciarmos com os próprios operários. Eles fazem seus trabalhos diariamente e, em algumas coisas relacionadas a seu trabalho, são especialistas. Além de apresentar algumas sugestões valiosas, os trabalhadores aos quais foi concedido *empowerment* para melhorar suas próprias funções têm mais possibilidades de fazer e aceitar mudanças.

Comumente, os objetivos de melhorar os métodos de trabalho são:

- Aumentar a produtividade;
- Aumentar a capacidade de produção de uma operação ou grupo de Operações;
- Reduzir os custos das operações; e
- Melhorar a qualidade do produto.

A chave para a análise de Métodos e Medidas de Trabalho bem-sucedida é o desenvolvimento de uma atitude de questionamento a respeito de cada faceta do trabalho que é estudado. Quando essa atitude de questionamento for combinada com os princípios de economia de movimentos, os analistas poderão então desenvolver melhores métodos de trabalho.

Como você já sabe, na era da Administração Científica, estudiosos, tais como o Casal Gilbreth e Frederick W. Taylor, desenvolveram certos princípios de economia de movimentos aplicados ao uso do corpo humano; a organização do espaço de trabalho; e projetos de ferramentas e equipamentos. Esses princípios foram desenvolvidos objetivando a que os trabalhadores pudessem fazer seu trabalho rapidamente e com pouco esforço, a fim de que os custos e a fadiga fossem minimizados.

Os Princípios da Economia de Movimentos quanto ao uso do corpo humano são:

- As mãos devem iniciar, bem como concluir, seus movimentos ao mesmo tempo.
- As mãos não devem permanecer ociosas ao mesmo tempo, exceto durante períodos de repouso.
- Os movimentos dos braços devem ser feitos em direções opostas e simétricas, e devem limitar-se a mais baixa classificação com a qual é executado o trabalho satisfatoriamente.
- Os movimentos das mãos devem limitar-se a mais baixa classificação com a qual é possível executar o trabalho satisfatoriamente.
- O impulso deve ser empregado para auxiliar o trabalho sempre que possível, e ele deve ser reduzido a um mínimo se precisar ser empregado por esforço muscular.
- Movimentos contínuos uniformes das mãos são preferíveis a movimentos em ziguezague ou movimentos em linha direta que envolvam mudanças repentinas e abruptas de direção.
- Movimentos balísticos são mais rápidos, mais fáceis e mais acurados do que movimentos de restrição ou controlados.
- Ritmo é essencial para o desempenho harmonioso e automático de uma operação, e o trabalho deve ser organizado de forma a permitir um ritmo rápido e natural sempre que possível. (BARNES, 1963).

Medida do Trabalho

Até o momento apresentamos a você o assunto sob o ponto de vista de como deve ser feito. Demonstramos como se deve procurar adaptar o trabalho tendo em vista a satisfação dos empregados e como se pode analisá-lo através do Fluxograma do Processo, Diagramas e Estudo de Movimentos do operador. A partir deste instante nossa intenção é a de introduzi-lo no campo da medição do trabalho, ou seja, como determinar o intervalo de tempo que uma operação leva para ser completada. Para cada operação teremos que definir um Tempo Padrão, o qual é obtido após uma série de considerações, tanto sobre o trabalhador, como sobre o seu método de trabalho. A determinação do Tempo Padrão para efetuar uma tarefa possui pelo menos duas significativas utilidades:

- serve para estudos posteriores que visem determinar o custo industrial associado a um dado produto; e
- serve para avaliar, pela redução ou não do tempo padrão, se houve melhoria no método de trabalho, quando é realizado um estudo de métodos.

Segundo os autores citados ao final desta Unidade, existem quatro formas principais pelas quais podemos obter o Tempo Padrão de uma operação:

- estudo de tempos com cronômetro;
- tempos históricos;
- dados padrão predeterminados; e
- amostragem do trabalho.

Para chegarmos ao Tempo Padrão de uma operação, há dois tipos de tempos que antecipadamente devem ser determinados sobre a mesma operação:

- Tempo real; e
- Tempo normal.

$$\text{Tempo Normal} = \text{Tempo Real} \times \text{Eficiência do Operador (\%)} / 100$$

Tempos Históricos – são aqueles derivados dos próprios estudos de tempos da empresa, através dos anos, contendo tempos elementares já determinados anteriormente. Fonte: Elaborado pelos autores deste livro.

Padrão Predeterminados – também chamados de Tempos Elementares Predeterminados, são tempos normais elementares publicados por associações especializadas. Fonte: Elaborado pelos autores deste livro.

Amostragem do trabalho – é uma técnica estatística desenvolvida e aplicada por L. H. C. Tippet a partir de 1930, na indústria têxtil inglesa. Consiste em observar o trabalho de homens e ou máquinas, classificando sua atividade de momento segundo uma escala de atividade preestabelecida. Fonte: Elaborado pelos autores deste livro.

Tempo Real (TR) – é aquele que decorre realmente quando é feita uma operação. É obtido por cronometragem direta do operador em seu posto de trabalho e varia de operador a operador e também para o mesmo operador em ocasiões distintas. Fonte: Moreira (2008, p. 273).

$$\text{Tempo Padrão} = \text{Tempo Normal} \times \text{Fator de Tolerância (\%)} / 100$$

$$\text{Fator de Tolerância} = 100 + \text{Tolerância (T)}$$

Fator de Tolerância (FT) é atribuído para levar em conta as condições particulares em que a operação é conduzida. O Fator de Tolerância sempre é maior do que 100%, justamente para prever os efeitos das condições da operação sobre a ação do operador. A Tolerância pode ser aumentada ainda de um percentual devido a demoras inevitáveis que façam parte da própria situação em que a operação é desenvolvida.

Talvez a fase mais importante e mais difícil do Estudo de Tempos consista na **avaliação da velocidade** ou ritmo em que a pessoa trabalha durante a execução de uma operação. O analista de Estudo de Tempos precisa julgar a velocidade do operador enquanto estiver fazendo o estudo.

Avaliação de ritmo é o processo durante o qual o analista de Estudo de Tempos compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal. A avaliação do ritmo depende do julgamento pessoal do analista de estudo de Tempos, e, infelizmente, não há maneira alguma de se estabelecer um tempo padrão para uma operação sem ter que se basear no julgamento do analista.

Slack *et al.* (2002, p. 288) adotaram a seguinte definição para a avaliação do ritmo dos tempos observados:

Processo de avaliar a velocidade de trabalho do trabalhador relativamente ao conceito do observador a respeito da velocidade correspondente ao desempenho padrão. O observador pode levar em consideração separadamente ou em combinação, um ou mais fatores necessários para realizar o trabalho, com a velocidade de movimento, esforço, destreza, consistência, etc.

Sabemos que há grande diferença na velocidade natural de trabalho de diferentes pessoas. O tempo requerido para que uma pessoa se desloque uma dada distância, variará, é claro, com a sua velocidade. O ritmo ou velocidade pode ser avaliado.

Seis são os sistemas para avaliação de ritmo:

- através da habilidade e do esforço;

Os termos velocidade, esforço, tempo, ritmo e atividade se referem todos à velocidade dos movimentos do operador. Velocidade e esforço são termos comumente usados por analistas de Estudo de Tempos.

- sistema *Westinghouse*;
- avaliação sintética;
- avaliação objetiva;
- avaliação fisiológica do nível de execução; e
- desempenho do ritmo (velocidade do operador).

Há várias escalas para avaliação do ritmo em uso geral e, sem dúvida alguma, um analista competente pode obter bons resultados usando qualquer uma delas. O Sistema Percentual é o mais usado; em segundo lugar está o Sistema de Pontos.

A velocidade, tempo ou ritmo, que se relaciona com a atividade física do operário, pode ser avaliada pelo fator de ritmo. O método é geralmente definido como o conjunto de movimentos requeridos para a execução de uma dada operação. Do ponto de vista prático, o método para uma operação específica deve ser mantido em execução dia após dia e ser de tal modo que o operário possa ser treinado.

O fator de ritmo é aplicado ao tempo selecionado para fornecer o tempo normal. O Tempo Normal para uma operação não contém Tolerância alguma. É simplesmente o tempo necessário para que um operador qualificado execute a operação trabalhando em um ritmo normal. Entretanto, não devemos esperar que um operador trabalhe uma jornada diária sem algumas interrupções; o operador pode despende o seu tempo em necessidades pessoais, descansando, e por outras razões fora de seu controle.

As Tolerâncias para essas interrupções da produção podem ser classificadas como:

- Tolerância para necessidades pessoais;
- Tolerância para fadiga; e
- Tolerância de espera.

O Tempo Padrão deve conter a duração de todos os elementos da operação e, além disso, deve incluir também o tempo para todas as Tolerâncias necessárias, ou seja, o Tempo Padrão é igual ao Tempo Normal, mais as Tolerâncias. Tolerância não é uma parte do fator de ritmo, e resultados mais satisfatórios serão obtidos se ela for aplicada separadamente.

Sistema Westinghouse

– esses sistemas fornecem uma tabela com valores numéricos para cada fator (Habilidade e Esforço). Esses valores numéricos são coeficientes que, multiplicados ao tempo médio cronometrado, normalizam o tempo. Fonte: Silva e Coimbra (1980).

Saiba mais...

Para saber mais sobre o Estudo de Tempos e Movimentos, acesse:

<<http://www.administradorbr.com/2010/01/analise-do-trabalho-e-estudo-dos-tempos.html>>. Acesso em: 17 abr. 2013.

Você poderá também ler a obra de:

BARNES, Ralph Mosser. *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho*. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

Resumindo



Nesta Unidade conhecemos os conceitos do Estudo de Tempos e Movimentos, que são fundamentais para compreendermos o gerenciamento das atividades de produção em qualquer tipo de organização. Vimos que o Estudo de Tempos e Movimentos contribuiu na determinação de tempopadrão para as operações de processo. Também percebemos que o trabalho realizado pelo casal Gilbreth contribui bastante para o conhecimento desse assunto, pois através deles foram descobertos métodos melhores e mais simples para executarmos uma tarefa. Também aprendemos que o Estudo de Tempos e Movimentos nos ajuda a estabelecer programações e a planejar o trabalho. Verificamos que o Estudo de Tempos e Movimentos tem por finalidade, entre outras, determinar a eficiência de máquinas e o tempo que as pessoas gastam para operá-las. Nesta Unidade, observamos, portanto, que o Estudo de Tempos e Movimentos é importante para que as empresas poupem tempo e dinheiro.

Chegamos ao final da Unidade 4. Agora chegou o momento de você conferir se entendeu bem o assunto abordado aqui. Confira, principalmente, se você compreendeu os conceitos do Estudo de Tempos e Movimentos e realize as atividades propostas a seguir. Bons estudos!



Atividades de aprendizagem

1. Apresente pelo menos três definições sobre produtividade. Como devemos medir a produtividade? Por que as empresas na atualidade devem estar especialmente preocupadas com a produtividade? Fundamente sua resposta.
2. Discuta o papel do Estudo de Tempos e Movimentos, amostragem do trabalho e outras técnicas para projetar funções de trabalho.
3. Prepare um Fluxograma e uma Carta de Processo para preparar um bule de café em uma cozinha.
4. Elabore o Mapofluxograma do processo de regar um jardim.
5. Quais as finalidades do Estudo de Movimentos? Comente-as.
6. Cite e exemplifique dois usos do tempo padrão de uma tarefa.
7. Quais os cuidados que devem ser tomados, perante o operador, quando se realiza um Estudo de Tempos?
8. Qual a utilidade dos tempos padrão?
9. Cite e comente três princípios básicos da economia de movimentos.
10. Desenhe um gráfico de processo para as seguintes tarefas:
 - a) trocar o pneu de um carro; e
 - b) preparar uma xícara de café.

5

UNIDADE

Arranjo Físico

Luiz Salgado Klaes



Nesta Unidade, você conhecerá e compreenderá os conceitos e a importância do *layout* ou Arranjo Físico para o projeto de instalação ou remodelação de um complexo industrial. Também identificará e descreverá os principais tipos de Arranjo Físico.

Arranjo Físico

Caro estudante,

Nesta Unidade, convidamos você para uma jornada em um universo amplo, porém desafiador e instigante, que é o tema “Arranjo Físico”. A partir da leitura e da reflexão do material, poderemos socializar os olhares ligando a teoria à prática. O campo dessa jornada de debate será fértil e teremos muitas facetas. Essa será uma jornada de socialização e construção de conhecimento; e lembre-se de que suas dúvidas e indagações são sempre pertinentes, pois elas são delineadoras para o processo que este tema está propondo.

Conceitos e Importância

A mais importante decisão de quem projeta a instalação, ampliação, realocação de um complexo industrial para a produção de bens ou serviços é a definição e elaboração de seu Arranjo Físico ou *layout*.

Segundo Cury (2007, p. 396), o

[...] arranjo físico corresponde ao arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo, além da preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias-primas.

Uma vez que já tenha sido definida sua localização e realizados todos os levantamentos e estudos das informações para a efetivação do projeto, é necessário definir qual deve ser o Arranjo Físico mais adequado de homens, máquinas e materiais sobre determinada área física. Esses elementos devem ser dispostos de forma a minimizar os transportes, eli-

minar os pontos críticos da produção, assim como suprimir as demoras desnecessárias entre as diversas operações da fabricação.

Layout ou Arranjo Físico de uma fábrica significa um arranjo proposto e, na maioria das vezes, a área de estudo ou o próprio trabalho de se fazer um novo arranjo físico ou *layout*. Logo, o estudo de um *layout* pode ser o de uma instalação real, de um projeto ou de um trabalho.

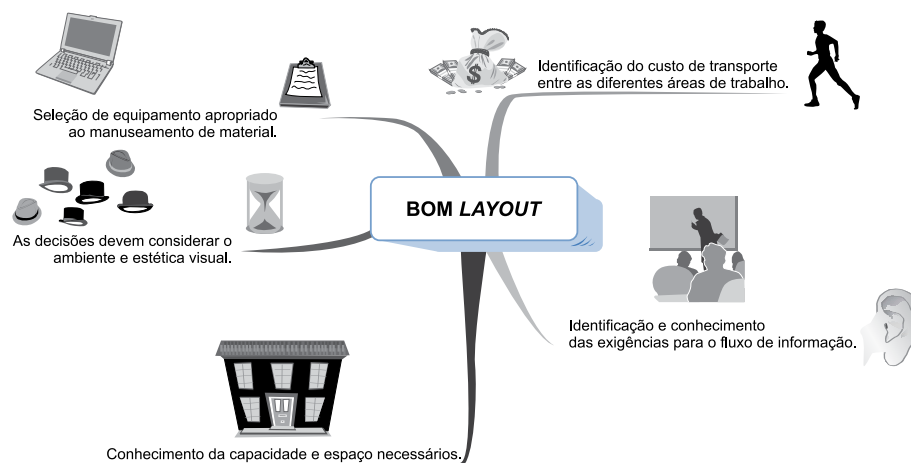


Figura 33: Exemplo de um bom *layout*

Fonte: Slidefinder (2007)

A partir desta unidade passaremos a adotar, genericamente, o termo **Arranjo Físico**, tanto para significar a disposição das edificações no terreno, como o arranjo dos equipamentos, máquinas, ferramentas e posto de trabalho no interior de uma planta industrial ou de serviço.

O termo Arranjo Físico ou *layout* de um complexo industrial é a disposição física dos equipamentos, máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento ao cliente, áreas de armazenamento de materiais, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros, divisórias internas, escritórios, salas de computador, ferramentas e ainda os padrões de fluxo de materiais e de pessoas que circulam e devem circular no prédio. Este, instalado ou em projeto, deve incluir também o espaço necessário para a movimentação de matérias, armazenamento, deslocamento da mão de obra, bem como todas as outras atividades e serviços inerentes.

Por fim, podemos concluir que Arranjo Físico é a disposição de máquinas, equipamentos e serviços de suporte em uma determinada área, com a finalidade de minimizar o volume de transporte de materiais no fluxo produtivo de uma fábrica.

Estação de trabalho – é a localização física onde um conjunto particular de tarefas (elementos de trabalho) é executado. Fonte: Gaither e Frazier (2002, p. 210).



Figura 34: Processo Produtivo
Fonte: Elaborada pelos autores deste livro

E o que deve ser levado em consideração quando pensamos em um Arranjo Físico? Existem muitos fatores a considerar ao projetarmos o Arranjo Físico para uma instalação, seja ela a de uma manufatura ou de um serviço. Decisões tomadas a esse respeito têm consequências em longo prazo, não apenas em termos de custo como também em termos de capacidade da empresa em poder atender a seus(s) mercado(s).

Dessa maneira, observe que é imperioso que a administração dedique bastante tempo na identificação mais adequada e na avaliação de possíveis soluções alternativas para fazer o *layout* da instalação.

Após ser determinada a localização ou realocação de uma unidade industrial, devemos determinar sua capacidade como dado inicial para a elaboração do *layout* ou Arranjo Físico. Decisões sobre *layout* resultam na determinação da disposição de departamentos, de seções, de grupos de trabalho, de estações de trabalho, de máquinas etc.

Na presente Unidade, procuraremos estudar como os arranjos físicos são desenvolvidos sob os vários formatos. As técnicas para a sua elaboração poderão ser de cunho quantitativo ou qualitativo, ambas muito importantes para o projeto de *layout*.

O Arranjo Físico é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua forma e aparência. Ele é aquilo que a maioria de nós observaria inicialmente ao entrar pela primeira vez em uma unidade produtiva. Ele também determina a maneira pela qual os recursos transformados – materiais, informações e clientes – fluem pela informação.

Podemos encontrar pequenas mudanças na localização de uma máquina, equipamento ou ferramenta numa fábrica ou dos produtos em um supermercado ou a mudança de salas em um centro esportivo que podem afetar o fluxo de materiais e pessoas por meio da operação.

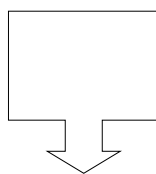
A elaboração do Arranjo Físico no papel dá origem, por seu turno, a uma planta de locação ou planta baixa, desenho elaborado e que fixa, por meio de cotas ou escala, a posição exata no terreno das diferentes unidades, edificações ou equipamentos, constituindo-se efetivamente no ponto de partida para o detalhamento dos projetos.

No geral, segundo Chase Jacobs e Aquilano (2006, p. 191), as entradas para uma decisão sobre Arranjo Físico são:

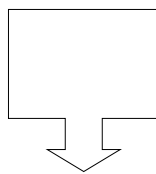
- A especificação dos objetivos e dos critérios correspondentes que serão usados para avaliar o projeto.
- A quantia de espaço necessário e a distância que deve ser percorrida entre os elementos em um Arranjo Físico.
- Estimativas da demanda do produto ou do serviço no sistema.
- Os requisitos de processamento em termos do número de operações e da quantia de fluxo entre os elementos no Arranjo Físico.
- As necessidades de espaço para os elementos no Arranjo Físico.
- A disponibilidade de espaço dentro das instalações em si ou, se for uma instalação nova, as possíveis configurações de construção.

Apresentamos agora uma sequência lógica a ser seguida para se chegar ao Arranjo Físico. Vamos conferir?

Localização da unidade industrial



Determinação da capacidade



Arranjo Físico da empresa industrial

Vamos fazer uma pesquisa pela literatura recomendada para conhecer algumas definições. Slack *et al.* (2002) definem Arranjo Físico de uma operação produtiva como sendo a pré-ocupação da localização física dos recursos de transformação. De uma forma bem simples, a maioria dos autores afirma que definir Arranjo Físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. Já, Gaither e Frazier (2002) afirmam que definir o Arranjo Físico significa planejar a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento, armazenamento, corredores, banheiros etc. e ainda os padrões de fluxo de materiais e de pessoas que circulam no prédio. Moreira (2008) nos lembra de que planejar o Arranjo Físico significa tomar decisões sobre a forma de como serão dispostos os centros de trabalho que aí devem permanecer.

Centro de trabalho – é uma localização física onde duas ou mais estações de trabalho idênticas estão localizadas. Fonte: Gaither e Frazier (2002, p. 210).

Naturalmente, há algumas regras e direcionamentos que devem ser seguidos quando se define um Arranjo Físico, porém a experiência e a visão muitas vezes acabam por ser um ponto chave na definição de um Arranjo Físico adequado. Este deve objetivamente proporcionar um bem-estar.

Devido, principalmente, ao aumento da produtividade do maquinário e consequentemente da redução da mão de obra operacional, os Arranjos Físicos produtivos são cada vez mais compactos, ocupando menos área física.

Agora, vamos conhecer o objetivo do Arranjo Físico. Você sabe qual é? Então, prepare-se para entrar nesse assunto, a seguir.

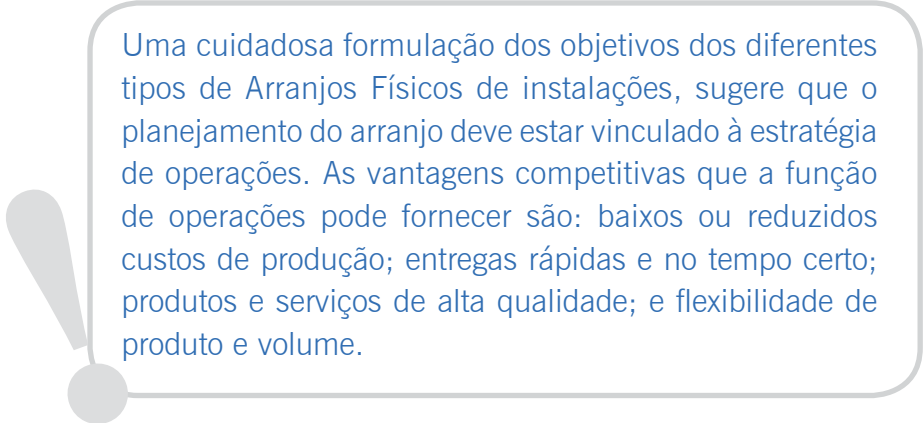
Objetivo

O Arranjo Físico de um complexo industrial ou comercial deve procurar a melhor disposição das áreas, objetivando operações mais econômicas, com segurança satisfatória para os empregados a partir de um arranjo equilibrado entre homens, materiais, máquinas, ferramentas

e suas atividades correlatas, que deverão produzir um produto ou serviço com o custo mais satisfatório, o qual deve permitir vendas lucrativas num mercado altamente competitivo.

E como dever ser o planejamento desse arranjo físico? Deve ser encarado como sendo uma extensão natural dos debates concernentes ao planejamento do processo. Nesse caso, escolhemos ou projetamos a maquinaria de processamento em conjunto com o projeto dos produtos, determinamos as características dos materiais que deverão compor os produtos e introduzimos novas tecnologias nas operações.

Através dos arranjos físicos de instalações, a disposição física dos processos dentro e em volta dos prédios, o espaço necessário para a operação dos processos e o espaço necessário para as funções de apoio são fornecidos. À medida que o planejamento do processo e o planejamento do Arranjo Físico das instalações evoluem, deve haver um contínuo intercâmbio de informações entre ambos, porque um afeta o outro.



Uma cuidadosa formulação dos objetivos dos diferentes tipos de Arranjos Físicos de instalações, sugere que o planejamento do arranjo deve estar vinculado à estratégia de operações. As vantagens competitivas que a função de operações pode fornecer são: baixos ou reduzidos custos de produção; entregas rápidas e no tempo certo; produtos e serviços de alta qualidade; e flexibilidade de produto e volume.

E qual o objetivo do Arranjo Físico? É dispor todos os elementos de tal forma que possam garantir um fluxo tranquilo de trabalho em um complexo industrial, ou uma configuração específica de tráfego em uma organização de serviço. Então, vamos acompanhar a seguir os objetivos básicos de um Arranjo Físico e a classificação dos objetivos de instalação. Segundo Maynard (1970b, p. 34), esses objetivos básicos são:

- integrar totalmente todos os fatores que afetam o Arranjo Físico;
- movimentar os materiais por distâncias mínimas;

- permitir que o trabalho possa fluir através da planta industrial;
- utilizar todo o espaço efetivamente;
- oferecer satisfação e segurança para os operários; e
- possibilitar um arranjo flexível que possa ser facilmente reajustado.

Portanto, devem ser objetivos de um projeto de *layout*:

- otimizar as condições de trabalho do pessoal nas diversas unidades organizacionais;
- racionalizar os fluxos de fabricação ou de tramitação de processos;
- racionalizar a disposição física dos postos de trabalho, aproveitando todo o espaço útil disponível; e
- minimizar a movimentação de pessoas, produtos, materiais, documentos dentro da ambiência organizacional.

Agora, vamos ver os objetivos de instalação, de acordo com Gaither e Frazier (2002, p. 198):

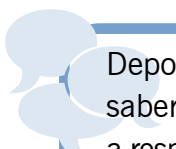
- Objetivos para os Arranjos Físicos de operações de manufatura.
- Objetivos adicionais para os Arranjos Físicos da operação de armazenamento.
- Objetivos adicionais para Arranjos Físicos de operações de serviços.
- Objetivos adicionais para os Arranjos Físicos da operação de escritórios.

Assim, são pontos de interesse, no desenvolvimento de um estudo de Arranjo Físico, no caso de unidades industriais, seus produtos e o regime de produção; e no caso de organizações burocráticas, a natureza do trabalho, seu volume e fluxo de papéis.

Um Projeto de *Layout*, como qualquer outro que envolva intervenção organizacional, culminando com mudanças, afetando métodos e processos de trabalho e o comportamento das pessoas, deve ser desenvolvido, tanto quanto possível, observando uma metodologia. Pode-se utilizar o seguinte modelo de etapas:

- Levantamento;
- Crítica do levantamento;
- Planejamento da solução;
- Crítica do planejamento;
- Implantação; e
- Controle dos resultados.

A maior parte dessa variedade nas características dos materiais é determinada pelas decisões quanto ao projeto do produto. Isso, porque o Arranjo Físico das instalações é diretamente afetado pela natureza desses materiais. Materiais grandes e volumosos, pesados, fluidos, sólidos, flexíveis e não flexíveis e os que exigem manuseio especial para protegê-los de condições tais como calor, umidade, luz, frio, poeira, fogo e vibrações, todos afetam o Arranjo Físico das instalações para seu manuseio, armazenamento e processamento.



Depois de conhecer a função do Arranjo Físico, você saberia definir qual a importância de estudá-lo? Pense a respeito e continue atento ao seu estudo.

Importância do Estudo do Arranjo Físico

As decisões do Arranjo Físico definem como a empresa deve produzir, sendo a parte mais visível e exposta de qualquer organização. A necessidade de seu estudo é permanente. Sabe em que situações? Sempre que se pretender a implantação de uma nova fábrica ou unidade de serviço ou quando se estiver promovendo a reformulação de plantas industriais ou outras operações produtivas já em funcionamento.

As decisões do Arranjo Físico são definidas em três níveis. Vamos conferir quais são as características de cada um deles.

- **Estratégico:** quando estudamos novas fábricas, grandes ampliações ou mudanças radicais no processo produtivo. Decisões desta magnitude não são de responsabilidade do gerente de

produção, sendo geralmente tomadas por empresas contratadas para tal, as quais detêm conhecimentos altamente especializados.

- **Tático:** quando as alterações não sejam representativas e os riscos envolvidos e os valores sejam baixos. Geralmente, as decisões táticas sobre Arranjo Físico são tomadas pelo próprio gerente ou diretor industrial.
- **Operacional:** raras são as mudanças de Arranjo Físico em nível operacional.

A necessidade de tomar decisões sobre arranjos físicos, segundo Peinado (2007, p. 201), decorre dos seguintes motivos:

- necessidade de expansão da capacidade produtiva;
- elevado custo operacional;
- introdução de nova linha de produtos; e
- melhoria do ambiente de trabalho.

Peinado (2007, p. 201) também preconizam de que os princípios básicos de Arranjo Físico são:

- segurança;
- economia de movimentos;
- flexibilidade de longo prazo;
- princípio de progressividade; e
- uso do espaço.

Araújo (2007, p. 94) recomenda alguns indicadores de possíveis problemas de um mau aproveitamento de espaço:

- demora excessiva;
- fluxo confuso do trabalho;
- excessiva acumulação;
- má projeção de locais de trabalho; e
- perda de tempo no deslocamento de uma unidade para outra.

De posse das informações preliminares, pode o responsável dar início ao estudo de uma sequência de etapas voltadas ao melhor arranjo do ambiente. O pessoal responsável pelo estudo deve estar sempre próximo das pessoas, que também compõem seu objeto de estudo. Essas etapas são:

- calcular a área necessária ou existente;
- elaborar a planta baixa;
- verificar o desenvolvimento da gestão de processos;
- determinar a quantidade e natureza dos móveis, máquinas e equipamentos;
- determinar a extensão e localização das instalações elétricas, hidráulicas e alternativas tecnológicas (*wireless*, *bluetooth* etc.);
- preparar e dispor as miniaturas de móveis e equipamentos;
- apresentar as alternativas do novo *layout*; e
- implantar e acompanhar.

Para projetar um bom Arranjo Físico devemos levar em conta o seguinte:

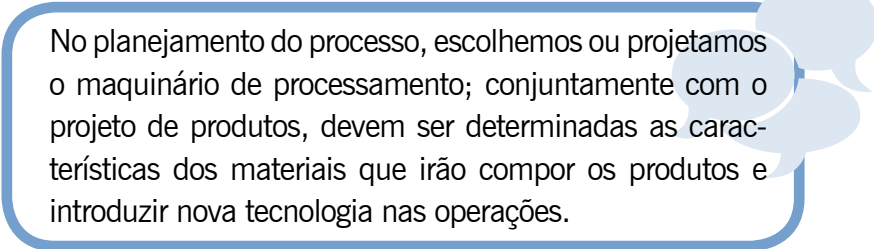
- produto a ser fabricado;
- quantidades a serem produzidas;
- roteiros de produção;
- serviços de suporte; e
- tempo dispendido na produção.

Por outro lado, decisões tomadas sobre o *layout* de uma instalação devem considerar que:

- afetam a capacidade e a produtividade das operações;
- uma mudança adequada no Arranjo Físico, muitas vezes aumenta a produção com os mesmos recursos;
- as mudanças podem representar custos elevados e dificuldades técnicas para futuras reversões; e
- o *layout* não é imutável.

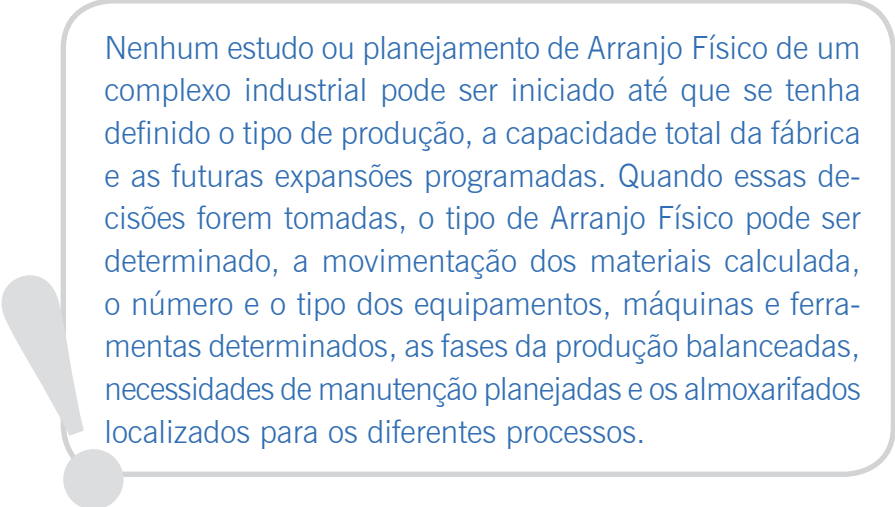
Tipos de Arranjo Físico

O que significa planejar o Arranjo Físico da instalação? Quando falamos em planejar Arranjo Físico da instalação queremos dizer planejar a localização de todas as máquinas, equipamentos, ferramentas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento, áreas de armazenamento, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros etc. O planejamento do Arranjo Físico das instalações deve ser encarado como sendo uma extensão natural da discussão a respeito do planejamento do processo.



No planejamento do processo, escolhemos ou projetamos o maquinário de processamento; conjuntamente com o projeto de produtos, devem ser determinadas as características dos materiais que irão compor os produtos e introduzir nova tecnologia nas operações.

Na evolução do planejamento do Processo e do planejamento do Arranjo Físico das instalações, deverá haver uma contínua integração das informações entre eles, já que uma área afeta a outra. Por outro lado, existem duas etapas no planejamento do Arranjo Físico de um complexo industrial. Inicialmente, é necessário dividir a fábrica em departamentos e, posteriormente, estes devem receber um tratamento individualizado no arranjo do posicionamento dos equipamentos. Consequentemente torna-se óbvio que o Arranjo Físico escolhido seja dependente do tipo de produção empregado.



Nenhum estudo ou planejamento de Arranjo Físico de um complexo industrial pode ser iniciado até que se tenha definido o tipo de produção, a capacidade total da fábrica e as futuras expansões programadas. Quando essas decisões forem tomadas, o tipo de Arranjo Físico pode ser determinado, a movimentação dos materiais calculada, o número e o tipo dos equipamentos, máquinas e ferramentas determinados, as fases da produção balanceadas, necessidades de manutenção planejadas e os almoxarifados localizados para os diferentes processos.

Dessa forma então podemos afirmar de que o êxito de um Arranjo Físico decorre das soluções encontradas para os movimentos relativos entre o homem, a máquina e os materiais. Os constantes deslocamentos ou movimentações do operador em busca de ferramentas e de componentes semiacabados ou na transferência de uma para outra máquina de peças de fabricação, representam tempos improdutivos e, o que é pior, ocasionam o cansaço físico dos operadores, que se refletirá invariavelmente no volume e na qualidade da produção.

Para minimizar esses deslocamentos e poder também atender às exigências específicas a cada gênero de instalação de um complexo industrial, a literatura sobre o assunto, invariavelmente sugere quatro tipos básicos de arranjos físicos industriais:

- Arranjo físico por processo, funcional ou *job shop*.
- Arranjo físico por produto ou em linha;
- Arranjo físico por manufatura celular ou tecnologia de grupo; e
- Arranjo físico por posição fixa, combinado ou posicional.

Além desses quatro tipos básicos de Arranjo Físico também podemos, com base na literatura da área, acrescentar mais dois. Você sabe quais são? Acompanhe a seguir:

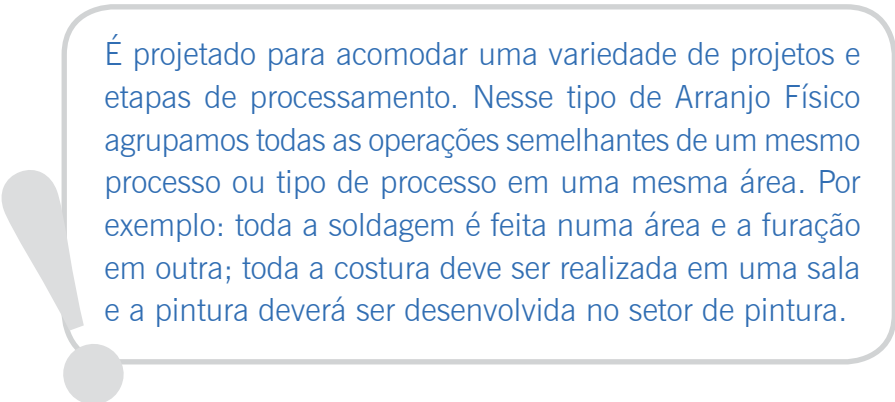
- Arranjo Físico por varejo ou de instalação de serviço; e
- Arranjo Físico de escritório.



Vamos conferir a seguir cada um desses tipos de arranjo físico e identificar as situações para as quais são mais indicados e aquelas em que não devem ser utilizados por não apresentarem a melhor escolha.

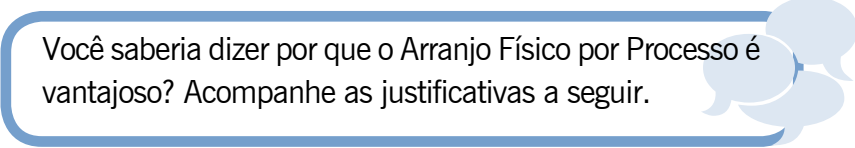
Arranjo Físico por Processo, Funcional ou *Job Shop*

No **Arranjo Físico por Processo** agrupamos todas as operações em um mesmo processo ou tipo de processo. Esse tipo de arranjo é recomendado quando a diversidade de linhas de produtos ou a intermitência da produção não justificam o ônus da instalação de equipamentos específicos para cada linha ou processo.



É projetado para acomodar uma variedade de projetos e etapas de processamento. Nesse tipo de Arranjo Físico agrupamos todas as operações semelhantes de um mesmo processo ou tipo de processo em uma mesma área. Por exemplo: toda a soldagem é feita numa área e a furação em outra; toda a costura deve ser realizada em uma sala e a pintura deverá ser desenvolvida no setor de pintura.

No Arranjo Físico por Processo, Funcional ou *Job shop* devemos contar com equipamentos versáteis, de fácil adaptação a processos diversos. É o caso típico das oficinas mecânicas ou de manutenção e da maioria dos complexos industriais do setor de mecânica pesada, os quais apresentam um longo fluxo dentro da fábrica, adequado a produções diversificadas em pequenas e médias quantidades. Seu estudo requer um cuidadoso levantamento dos fluxos percorridos pelas diversas matérias-primas e produtos em processamento bem como a determinação precisa dos custos de movimentação desses materiais. Os materiais ou matérias-primas se deslocam buscando os diferentes processos.



Você saberia dizer por que o Arranjo Físico por Processo é vantajoso? Acompanhe as justificativas a seguir.

De acordo com Maynard (1970a, p. 35), são vantagens do Arranjo Físico:

- Permite melhorar a utilização da maquinaria, com menos investimento nela;

- É adaptado a uma variedade de produtos e a mudanças frequentes na sequência de operações.
- É adaptado à demanda intermitente.
- Dá mais incentivo para trabalhadores individuais elevarem o nível de seu desempenho.
- Torna mais fácil manter a continuidade de produção.
- Possibilita utilizar equipamentos de alta produção, que podem ser empregados numa encomenda, e mudar posteriormente para outro tipo de encomenda.
- Permite a diferentes tipos de produção.
- Proporciona maior margem de segurança quando ocorrem quebras.
- É flexível para atender a mudanças de mercado.

Esse tipo de Arranjo é indicado também para hospitais, serviços de confecção de moldes e ferramentas e lojas comerciais.

É natural que cada tipo de Arranjo Físico apresente alguns convenientes e inconvenientes, os quais variam de acordo com o tipo de produto ou serviço que pretendemos produzir. Então, vamos conferir a seguir as vantagens e desvantagens do Arranjo Físico por Processo.

VANTAGENS	DESvantagens
Grande flexibilidade para atender a mudanças de mercado.	Apresenta um fluxo longo dentro da fábrica.
Bom nível de motivação.	Diluição menor de custo fixo em função de menor expectativa de produção.
Atende a produtos diversificados em quantidade variável ao mesmo tempo.	Dificuldade de balanceamento.
Menos investimento para instalação do parque industrial.	Exige mão de obra qualificada.
Maior margem do produto.	Maior necessidade de preparo e <i>setup</i> de máquinas.

Quadro 5: Vantagens e desvantagens do Arranjo Físico por Processo

Fonte: Elaborado pelos autores deste livro

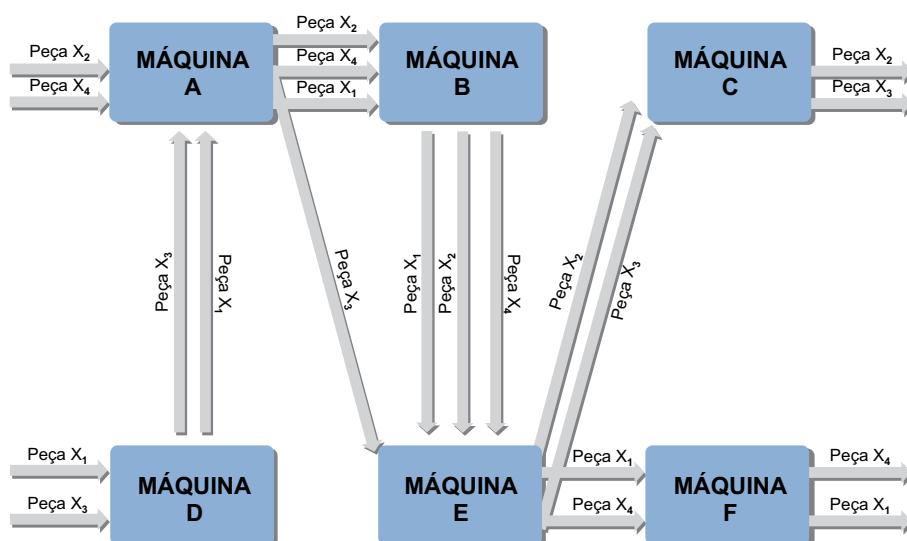


Figura 35: Arranjo Físico por Processo (Sistemas Intermitentes)

Fonte: Moreira (2008, p. 241)

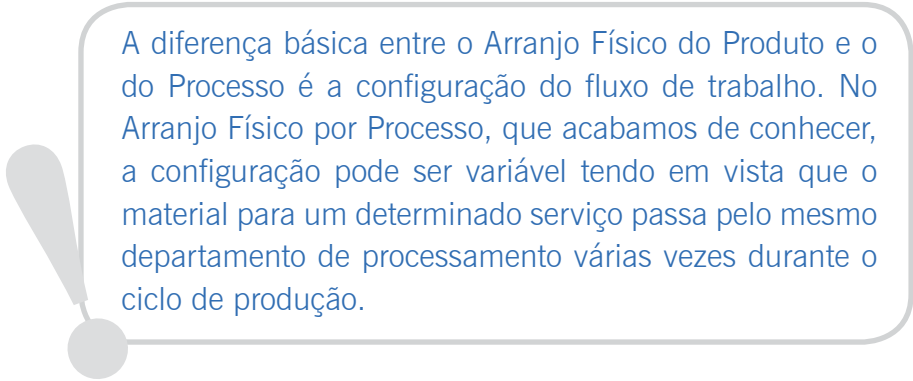
Observando a Figura 35, podemos perceber como funciona o Arranjo Físico por Processo.

Arranjo Físico por Produto ou em Linha

Aprendemos que no Arranjo Físico por Processo podemos agrupar todas as operações em um mesmo processo ou tipo de processo. Agora, vamos entender o que é Arranjo Físico por Produto ou em Linha. Você está preparado para continuar? Se não, volte um pouco no conteúdo e esclareça as suas dúvidas.

Podemos definir por **Arranjo Físico por Produto ou em linha** aquele que se aplica a grandes séries de fabricação ou à produção contínua. A primeira linha de produção de que temos notícia foi idealizada por **Henry Ford** em 1939, ou seja, é quando o material flui ao longo de posições de trabalho sucessivas ou linha de montagem.

Leia mais sobre Henry Ford em: <http://www.suapesquisa.com/biografias/henry_ford.htm>. Acesso em: 18 abr. 2013.



A diferença básica entre o Arranjo Físico do Produto e o do Processo é a configuração do fluxo de trabalho. No Arranjo Físico por Processo, que acabamos de conhecer, a configuração pode ser variável tendo em vista que o material para um determinado serviço passa pelo mesmo departamento de processamento várias vezes durante o ciclo de produção.

No **Arranjo Físico por Produto**, o material é que se desloca, sofrendo diversas transformações as quais darão origem ao produto final, e os equipamentos ficam dispostos ao longo do fluxo de produção, pois cada máquina desempenha uma operação definida. Então, podemos concluir que o equipamento ou o departamento (setor) é dedicado a uma linha específica de produção ou linha de montagem, equipamentos duplicados são empregados para evitar retrocesso e, dessa forma, é possível obter um movimento de fluxo de materiais em linha reta.

Essa solução é mais recomendável, para não dizer ideal, quando temos apenas um produto ou poucos produtos, porém altamente padronizados ou afins, sendo a solução adotada nas indústrias de processo contínuo de produção. Sabe qual o objetivo desse tipo de arranjo? É o balanceamento das linhas de produção, a fim de minimizar os tempos ociosos e os estoques de componentes, assegurando um fluxo contínuo, desde a matéria-prima até o produto acabado.

Em termos financeiros, qual seria o tipo de arranjo mais adequado? Quando utilizamos o Arranjo Físico por produto os custos de instalação são geralmente elevados, dada a necessidade de equipamentos específicos para cada operação, muitas das vezes fabricados sob encomenda, e equipamentos de transporte de alto rendimento, os quais asseguram um ritmo requerido pela elevada produção. Entretanto os custos operacionais são baixos neste tipo de Arranjo Físico, pois os tempos consumidos em transportes são menores, a mão de obra requerida pode ser menos qualificada e os equipamentos operam normalmente a uma taxa de ocupação próxima da unidade.

Vamos conferir no Quadro 6 as vantagens e as desvantagens de uso desse arranjo, de acordo com Maynard (1970b) e Harding (1981):

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Manuseio reduzido de materiais; Quantidades reduzidas de material em processo, permitindo um tempo de produção reduzido e menores investimentos em materiais; Uso mais efetivo da mão de obra; Fácil controle; Congestionamento reduzido; Trabalho simplificado; Melhor controle sobre a qualidade do produto; Necessidades de material devem ser programadas mais efetivamente. Possibilidade de produção em massa com grande produtividade; Carga de máquina e consumo de materiais constantes ao longo da linha de produção; e Controle de produtividade mais fácil.	Alto investimento em máquinas costuma gerar tédio nos operadores, pois quanto mais modernas as máquinas, mais tempo sobra aos operadores; Falta de flexibilidade da própria linha; e Fragilidade a paralisações e subordinação aos gargalos.

Quadro 6: Vantagens e desvantagens do Arranjo Físico por Produto ou em linha

Fonte: Adaptado de Maynard (1970b) e Harding (1981)

Este é um tipo de Arranjo Físico muito utilizado pelas indústrias e também por algumas organizações prestadoras de serviço, tais como indústrias montadoras, indústrias alimentícias, frigoríficos e serviços de restaurante por quilo.

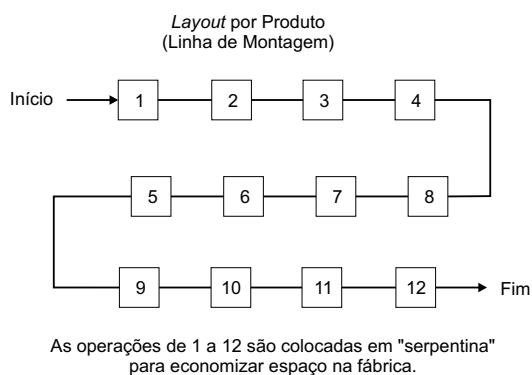


Figura 36: *Layout por Produto*

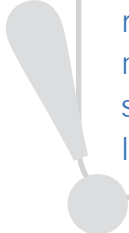
Fonte: Martins e Laugeni (2005, p. 39)



O Arranjo Físico por Manufatura Celular procura unir as vantagens do Arranjo Físico por Processo com as vantagens do Arranjo Físico por Produto. E quais as características do Arranjo Físico por Manufatura Celular? Acompanhe a seguir.

Arranjo Físico por Manufatura Celular ou Tecnologia de Grupo

No **Arranjo Físico por Manufatura Celular**, as máquinas, os equipamentos e as ferramentas são agrupadas em células; e isso deve funcionar de uma forma bastante semelhante a uma ilha de Arranjo Físico dentro de uma *job shop* ou Arranjo Físico por Processo. Ou seja, é o Arranjo Físico que consiste em reunir em apenas um local máquinas diferentes que possam fabricar um produto por inteiro. As células podem e devem ser arranjadas de formas diferentes, pois o fluxo de peças tende a ser mais similar a um Arranjo Físico por processo ou por produto.



Nesse tipo de Arranjo Físico, cada célula é formada para produzir uma única família de peças, tendo todas as características comuns, o que significa que elas exigem as mesmas máquinas e possuem configurações similares, sendo sua flexibilidade relativa, quanto ao tamanho de lotes por produto.

Essa postura permite um elevado nível de qualidade e de produtividade, apesar de sua especificidade para uma família de produtos. Para Gaither e Frazier (2002, p. 200), um Arranjo Físico por Manufatura Celular seria aconselhável pelas seguintes razões:

- As mudanças são simplificadas.
- Os períodos de treinamento para os trabalhadores são reduzidos.
- Os custos de manuseio de materiais são reduzidos.

- As peças podem ser feitas e embarcadas mais rapidamente.
- A produção é mais fácil de automatizar.

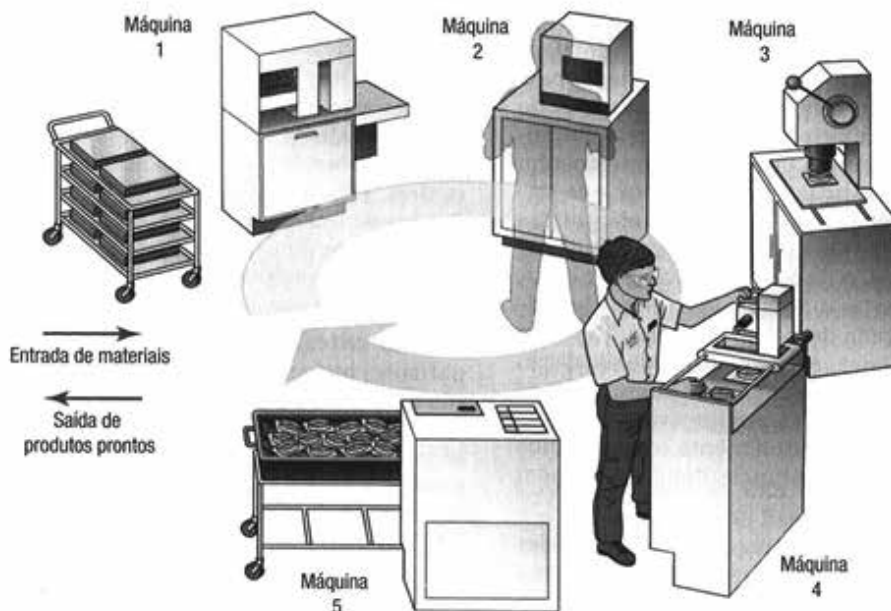


Figura 37: Célula de um operador (máquinas múltiplas)

Fonte: Krajewski *et al.* (2009, p. 264)

E que tipo de empresa adota esse tipo de arranjo? Vamos conferir alguns exemplos:

- Empresas de manufaturas de componentes de computador e *chips*.
- Lanchonetes de supermercados.
- Shopping de lojas de fábricas.
- Áreas para produtos em supermercados.
- Feiras e exposições em geral.
- Maternidade em um hospital.
- Empresas que realizam trabalhos de montagem.

No Quadro 7, podemos acompanhar as vantagens e desvantagens do Arranjo Físico por Manufatura Celular.

BENEFÍCIOS	DESVANTAGENS
Melhores relações humanas; Melhores habilidades dos operadores; Menos estoque em processo e manuseio de materiais; Setup mais rápido para produção. Aumento da flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto; Diminuição do transporte de material; Diminuição dos estoques; e Maior satisfação no trabalho.	Específico para uma família de produtos; e Dificuldade em elaborar o arranjo.

Quadro 7: Vantagens e desvantagens do Arranjo Físico por Manufatura Celular
Fonte: Adaptado de Chase, Jacobs e Aquilano (2006, p. 204).

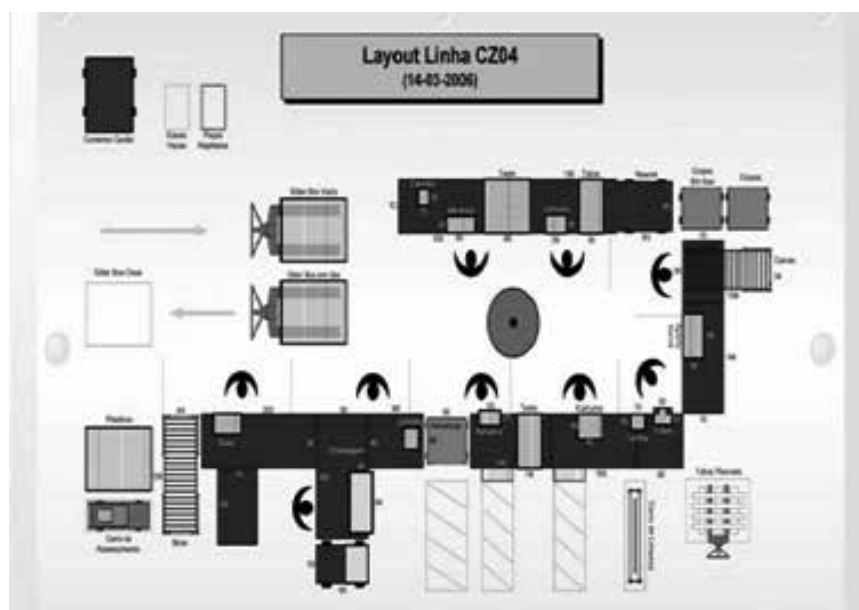


Figura 38: Layout de montagem em “U”
Fonte: Slidefinder (2007)

Arranjo Físico por Posição Fixa, Combinado ou Posicional

O **Arranjo Físico por Posição Fixa, Combinado ou Posicional** é aquele no qual o material ou os componentes principais ficam em um lugar fixo. Todas as ferramentas, maquinário, homens e materiais são trazidos até ele. Nesse tipo de Arranjo Físico, a ênfase é dada ao planejamento

do uso de áreas disponíveis, de forma que itens em fabricação não bloqueiem a expedição de produtos acabados.

Alguns tipos de empresas de manufatura e construção usam o Arranjo Físico Posicional para organizar o trabalho. Esse tipo de arranjo localiza o produto numa posição fixa e desloca trabalhadores, materiais, máquinas etc., até o produto e as partes do produto. Esse é o caso típico de complexos industriais da construção naval (estaleiros), aeronáutica, montagem de mísseis, construção de pontes e de rodovias, cirurgia cardíaca, por exemplo.

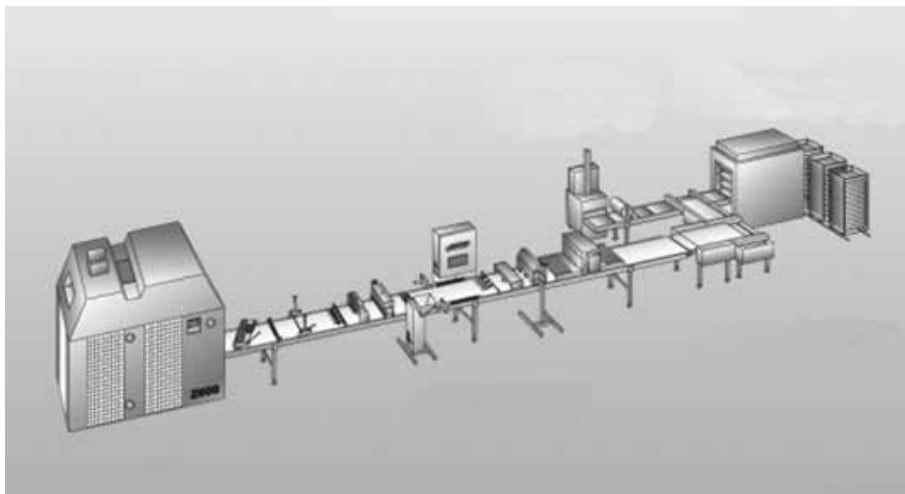


Figura 39: *Layout por produto de sequência de produção*
Fonte: Slidfinder (2007)

Mas em quais casos básicos o Arranjo Físico por Posição Fixa é amplamente utilizado? Quando a natureza do produto for volumosa, grande, pesada, frágil ou sua forma impedir outro modo de trabalho; ou quando a movimentação do produto for inconveniente ou extremamente difícil.

Depois de conhecer todas as informações sobre esse tipo de arranjo, você saberia definir quais as vantagens e as desvantagens do Arranjo Físico Posicional? Acompanhe no quadro a seguir e pense de que maneira essas informações influenciariam na sua prática.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
não há movimentação do produto; quando se tratar de um projeto de montagem ou construção na qual seja possível utilizar técnicas de programação e controle; e existir a possibilidade de terceirização de todo o projeto ou parte dele.	complexidade na supervisão e controle da mão de obra, de materiais-primas, ferramentas etc.; necessidade de áreas externas próximas à produção para submontagens, guarda de materiais e ferramentas; e produção em pequena escala e com baixo grau de padronização.

Quadro 8: Vantagens e desvantagens do Arranjo Físico por Posição Fixa, Combinado ou Posicional

Fonte: Elaborado pelos autores deste livro

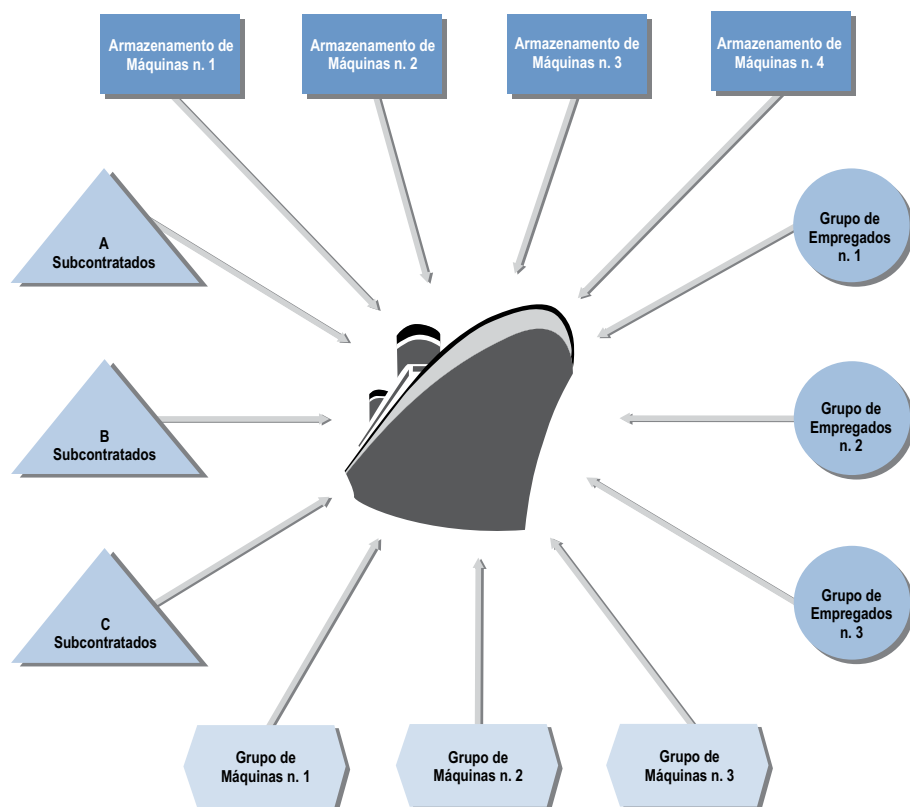


Figura 40: Layout por posição fixa
Fonte: Gaither e Frazier (2002, p. 202)

Linha de Montagem

Podemos considerar a Linha de Montagem como um tipo de Arranjo Físico do Produto. Em sentido geral, o termo linha de montagem se refere a uma progressiva montagem ligada a alguns dispositivos de manuseio de material, sendo que algum tipo de ritmo está presente e o tempo de processamento é equivalente para todas as estações de trabalho.

Mas quais as diferenças entre os tipos de linha de montagem? Algumas referem-se a dispositivos de manuseio de material, configurações de linhas, ritmo, *mix* do produto, características da estação de trabalho e comprimento da linha. O que pode ser parcial ou totalmente elaborado na linha de montagem são brinquedos, eletrônicos, automóveis, aviões, armas, equipamentos de jardinagem, roupas etc.

Estação de trabalho – é a localização física na qual um conjunto particular de tarefas é executado. Fonte: Gaither e Frazier (2002, p. 210).

Equipamentos de Manuseio

Os equipamentos de manuseio são dispositivos que têm suas próprias características, vantagens e desvantagens particulares. Como exemplo, podemos conferir uma família muito ampla de equipamentos de manuseio de materiais, de acordo com Gaither e Frazier (2002, p. 199). Acompanhe a seguir:

- Contêineres e dispositivos manuais (carros manuais; paletes; caixas de carga etc.).
- Dispositivos automáticos de transformação (máquinas que agarram materiais automaticamente).
- Transportadores (correia; corrente; cabos; rosca; pneumático; canecas, roletes e tubular; vibratórios).
- Guindastes (fixos; de braço horizontal; de pedestal; móveis; volantes).
- Elevadores (cargas; passageiros; de caçamba).
- Guinchos.
- Tubulações.

- Plataformas giratórias.
- Caminhões.
- Sistemas de veículos automatizados.



Figura 41: Zorra com rodas
Fonte: Elaborada pelos autores deste livro

Já conhecemos a linha de montagem, os equipamentos de manuseio e agora vamos aprender um pouco sobre balanceamento de linhas. Você sabe o que significa?

Balanceamento de Linhas

Balanceamento de linhas é a análise de linhas de produção que divide igualmente o trabalho a ser realizado entre as estações de trabalho. Seu objetivo é minimizar o número de estações de trabalho necessário na linha de produção.

As linhas de trabalho possuem estações de trabalho e centros de trabalho organizados em uma sequência ao longo de uma linha de produção. Uma estação de trabalho é uma área física onde um trabalhador com ferramentas, um trabalhador com uma ou mais máquinas ou uma máquina não assistida, como um robô, executa um conjunto de tarefas. Já um centro

de trabalho, é um agrupamento de estações de trabalho idênticas, sendo que cada uma delas executa o mesmo conjunto de tarefas.

Para o balanceamento, devemos, inicialmente, determinar o Tempo de Ciclo – TC, que expressa a frequência com que uma peça deve sair da linha de produção ou, em outras palavras, o intervalo de tempo entre duas peças consecutivas.

$$TC = \text{tempo de produção} \div \text{quantidade de peças no tempo de produção}$$

Você saberia definir os procedimentos de balanceamento de linha? Vamos acompanhar o que diz Gaither e Frazier (2002, p. 210):

- Determinar quais as tarefas que devem ser executadas para concluir uma atividade de um produto em particular.
- Determinar a ordem ou sequência na qual as tarefas devem ser executadas.
- Estimar a duração das tarefas.
- Calcular o tempo de ciclo.
- Calcular o número mínimo de estações de trabalho.
- Traçar um diagrama de precedência.

O objetivo de balancear uma linha é atribuir tarefas à estação de trabalho a fim de haja menos tempo ocioso.

Tempo de Ciclo – é o tempo em minutos entre cada produto que sai no final de uma linha de produção. Fonte: Gaither e Frazier (2002, p. 210).

Duração de tarefa – é a quantidade de tempo necessária para que um trabalhador bem treinado ou máquinas não assistidas executem uma tarefa. Fonte: Gaither e Frazier. (2002, p. 210).

A linha de montagem mais comum é uma esteira em movimento que passa por uma série de estações de trabalho em intervalos padrões de tempo; em cada estação, o trabalho pode ser de adicionar peças ou completar operações de montagem.

Este trabalho pode ser calculado, você sabia? O trabalho total a ser desempenhado em uma estação de trabalho é igual à soma das tarefas atribuídas para aquela estação. Agora vamos acompanhar o que é um Arranjo Físico no Varejo ou de Instalações de Serviço.

Arranjo Físico no Varejo ou de Instalações de Serviço

Ao falarmos em **Arranjo Físico no Varejo ou de Instalações de Serviço** devemos considerar a natureza do serviço oferecido assim como a maneira pela qual esses negócios entregam ou conduzem seus serviços. Nesse caso, podemos citar as empresas aéreas, bancos, hospitais, restaurantes, empresas de seguro, imobiliárias, transporte rodoviário, lazer, telefonia, serviços públicos etc. Uma vez que há muita diversidade entre esses tipos de serviços, a tendência é que haja também uma variedade de tipos de arranjos físicos para as distintas instalações de serviços.

Para a grande maioria dos negócios de serviços uma característica torna no mínimo parte de suas operações diferente da grande maioria das operações de manufatura, pois o encontro entre o cliente e o serviço deve ser garantido.

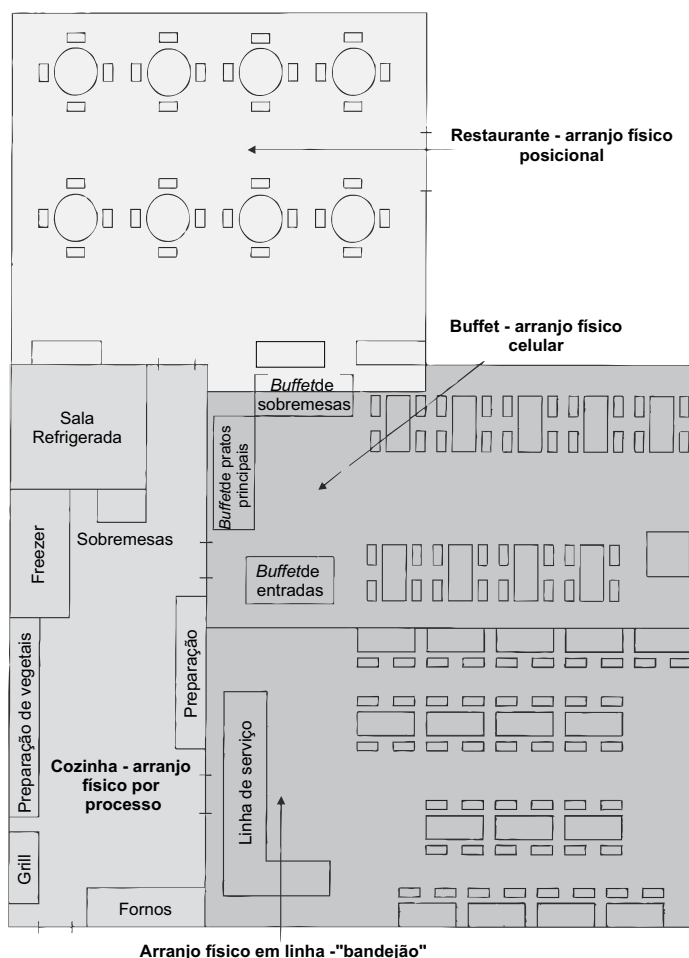
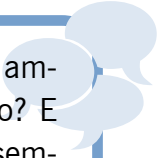


Figura 42: Arranjo Físico de Varejo (restaurante)

Fonte: Slack *et al.* (2002, p. 211)



O objetivo do Arranjo Físico para Varejo (lojas, bancos e restaurantes), consiste em maximizar o lucro líquido por metro quadrado de espaço da loja, restaurante etc. Operacionalmente, essa meta é na grande maioria das vezes traduzida em critérios tais como “minimizar o custo do manuseio” ou “maximizar a exposição do produto”.



Você já parou para pensar que as “condições do ambiente” influenciam na produtividade do trabalho? E se pensássemos em algo que poderia afetar o desempenho e a moral dos funcionários? Reflita sobre esse questionamento e acompanhe as observações a seguir.

O termo **condições do ambiente** se refere às características de fundo, tais como o nível de ruído, música, iluminação, temperatura, odores, e que realmente podem afetar o desempenho e a moral dos funcionários, **assim como também a percepção do cliente quanto ao serviço, quanto tempo permanece na empresa e quanto dinheiro gasta.**

Arranjo Físico de Escritório

É fundamental, para um adequado *layout* de escritório, o estabelecimento de um fluxo racional de trabalho, evitando-se seu desenvolvimento ao longo das atividades organizacionais de forma redundante, ilógica, o que resulta numa excessiva manipulação de papéis, peças e processos, bem como em deslocamentos desnecessários, tanto de papéis e documentos quanto de empregados e clientes.

Por essas razões, o espaço deve ser apropriado, tanto quanto possível, em perfeita sintonia com as necessidades das pessoas e a natureza do trabalho, sendo significativo aduzir que a satisfação e o conforto do empregado podem ser fortemente influenciados pelo *layout*. Destarte, condições sem congestionamento, facilidades convenientes para os empregados e localização privilegiada quanto às fontes de iluminação e instalações de serviço são algumas das necessidades nessa categoria.

Também não podemos esquecer que um bom Arranjo Físico tem que possuir flexibilidade, permitindo quaisquer alterações que sejam indispensáveis em função das características dinâmicas do trabalho, que envolve flutuações de volume, mudança numa linha de produtos, aumento do quadro de pessoal, enfim, o próprio crescimento das unidades organizacionais.

Para começar a entender sobre Arranjo Físico de escritório, devemos inicialmente considerar que a área a ser ocupada por uma pessoa em um escritório deva ser de 5 a 7 m², levando inclusive em conta os critérios de proximidade e privacidade.

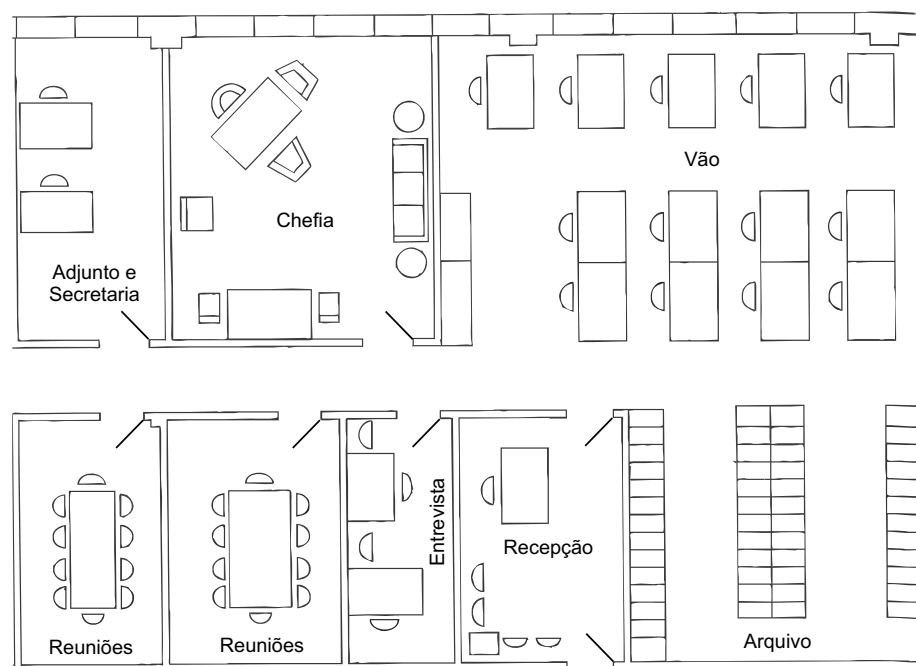


Figura 43: Arranjo Físico de Escritório
Fonte: Elaborada pelos autores deste livro

A proximidade auxilia a comunicação informal e a privacidade garante que assuntos que mereçam algum tipo de sigilo possam ser conduzidos de maneira mais adequada. É importante colocar os escritórios de gerências industriais próximos aos locais produtivos, mas também os escritórios do diretor industrial localizados tanto no complexo industrial quanto próximos aos escritórios dos demais diretores e da presidência.

A tendência moderna de Arranjo Físico para Escritório está em se ter áreas mais amplas e abertas (*landscape*), com espaços pessoais de trabalho separados somente por divisórias não muito altas. Podemos observar que as empresas têm removido as paredes fixas com o objetivo de poder fornecer uma maior comunicação no trabalho em equipe.

Ainda devem ser reservados alguns espaços para as reuniões das equipes ou times. Em certos trabalhos é importante que seja montado um Arranjo Físico específico para instalar uma determinada equipe ou time. Sabe como devem ser esses locais? Em espaços abertos, com uma ou mais salas fechadas, postos munidos de computadores, internet, rede social, telefone e em certos casos também uma biblioteca.

Os escritórios administrativos modernamente são projetados e dispostos para poder transmitir a imagem desejada da empresa. Por exemplo, o complexo de escritórios administrativos da SAS – Scandinavian Airlines System, nos arredores da cidade de Estocolmo, na Suécia, é composto por um conjunto de casulos com paredes de vidro, contendo dois andares os quais geram a ideia de comunicação aberta e hierarquia achatada.

Analizando Arranjo Físico com Computador

Muitos programas de computador têm sido escritos para desenvolver e analisar *layouts* por processo. As três análises de computador mais conhecidas são o CRAFT, o ALDEP e o CORELAP.

A utilização do computador no auxílio à solução de problemas de Arranjo Físico tem evoluído bastante desde 1960, aproximadamente, quando surgiu o CRAFT – Computerized Relative Allocation of Facilities Technique (1963). O CRAFT surgiu ao lado dos programas profissionais para a solução de problemas complexos do mundo real das empresas. Vamos conhecer a seguir um pouco sobre este e outros programas:

Em português é: Alocação Relativa Computadorizada de Instalações.

CRAFT – Computerized Relative Allocation of Facilities Technique

O CRAFT foi inicialmente desenvolvido em 1963, a partir de estudos realizados por Armour e Buffa, tendo posteriormente sofrido várias

revisões e ampliações que lhe permitem solucionar problemas de arranjo físico em uma empresa com até 40 departamentos ou centros de trabalho. É um programa baseado em um critério quantitativo, e procura minimizar o custo total de movimentação de material por período de tempo para o Arranjo Físico. O programa também pode manipular problemas grandes e complexos de *layout* que se atêm às características complexas do prédio.

A Técnica Computadorizada da Alocação Relativa de Instalações – CREFT é um método para auxiliar na elaboração de bons *layouts* do processo. A técnica é projetada para minimizar os custos de manuseio de materiais na instalação e funciona ao trocar interativamente pares de departamentos até não ser mais possível obter reduções de custos.

É baseada no princípio do melhoramento de uma solução inicial através de troca de posições entre pares de departamentos que tenham a mesma área ou que sejam vizinhos entre si. Os pares de departamentos são determinados pela existência de fluxos (relações) entre dois departamentos, obtidos a partir da Carta De/Para. Caso uma troca em potencial leve a uma redução da distância percorrida ela é realizada. As trocas podem ocorrer de várias formas: entre dois departamentos (binária); de forma ternária; uma binária seguida por uma ternária; uma ternária seguida por uma binária ou a melhor entre um binária e uma ternária.

ALDEP – Automated Layout Design Program

O ALDEP (Programas Automatizados de Projeto de *Layout*) foi inicialmente desenvolvido em 1967 por J. M. Seehof e W. O. Evans, com objetivos diferentes dos do CRAFT, que é considerado como uma rotina de melhoria, tendo em vista a parte de um arranjo inicial que deve ser aperfeiçoado. E sabe por quê? Em vez de considerar o número de produtos que fluem entre os departamentos, esse programa, bem como o CORELAP, usa a classificação de produtividade. O ALDEP, ao contrário do CRAFT, é uma rotina de construção, porque constrói o Arranjo Físico a partir dos dados, sem a necessidade de um arranjo prévio. O ALDEP pode trabalhar com até 63 departamentos e três andares e também pode restringir a solução final para considerar áreas fixas e passagens. Esse algoritmo enfatiza em demasia as relações de proximidade e também não permite que se altere o valor das relações de proximidade.

ALDEP é um método probabilístico (foi o primeiro a utilizar números aleatórios), construtivo e qualitativo e pretende minimizar a distância entre departamentos. Durante sua execução, os departamentos, considerados como sendo faixas retangulares das quais o usuário estabelece a largura, são colocados lado a lado de acordo com sua ordem de sorteio.

Os dados de entrada compreendem o comprimento e largura de cada andar do edifício, a escala de impressão do arranjo, o número de departamentos e suas áreas, o número de soluções a gerar, o escore mínimo para aceitação de uma alternativa, a Carta de Relações Preferenciais – CRP e a localização e tamanho das áreas fixas.

O processo de construção da solução se inicia com um sorteio aleatório do primeiro departamento, colocado no canto esquerdo superior da área total do arranjo através da alocação sucessiva dos seus módulos de área. A partir daí selecionam-se os departamentos cujas somas de relacionamentos com um dado departamento já alocado sejam superiores a um valor previamente definido pelo usuário. Caso não haja candidatos nesta situação ou empate nos critérios, haverá um sorteio aleatório. O melhoramento das alternativas é feito através do melhoramento do escore geral, que se inicia nulo. A cada interação uma solução somente será aceita se melhorar o escore. O melhor escore da interação anterior servirá como critério de qualidade mínimo da próxima interação.

CORELAP – *Computerized Relationship Layout Planing*

O CORELAP foi inicialmente desenvolvido por Lee e Moore em 1967. Tal como o ALDEP, é um programa que também é uma rotina de construção e trabalha com as relações de proximidade de até 70 departamentos.

Esses e outros programas de computador podem poupar tempo e esforço em problemas de Arranjo Físico, grandes e complexos, mas suas saídas são somente o início de um *layout* acabado. Seus arranjos físicos devem ser aprimorados e verificados quando a lógica, as máquinas, os equipamentos e outros elementos do *layout* normalmente devem ser ajustados manualmente.

Saiba mais...

Para saber mais sobre Arranjo Físico, acesse:

<www.scribd.com/doc/6555946/Slides~Capitulo_3_Versao-190808>. Acesso em: 22 abr. 2013.

<www.scribd.com/doc/7073175/Ergo-No-Mia>. Acesso em: 22 abr. 2013.

<www.ccee.edu.uy/ensenian/catadprod/material/layout2005.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2013.

<www.dei.isep.ipp.pt/~jtavares/PhD_Tese/capitulo_2.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2013.

Resumindo



Nesta Unidade vimos que um Arranjo Físico se preocupa com a localização física dos recursos de transformação. Vimos ainda seus tipos e aplicações. Entendemos que as decisões sobre um Arranjo Físico são importantes, porque geralmente exercem impacto direto nos custos de produção e que, além disso, elevados investimentos são necessários para construir ou modificar o Arranjo Físico Produtivo. E conhecemos as características de pelo menos quatro tipos básicos de Arranjos Físicos: por Produto; por Processo; Celular; e por Posição Fixa.

Agora, já sabemos quais os elementos necessários para que o administrador possa atuar profissionalmente como um gestor elaborador de Arranjo Físico, isto é, como ele deve analisar um Arranjo Físico abordando as implicações positivas e negativas para cada caso.

Confira se você compreendeu o que tratamos nesta Unidade respondendo às questões conforme os conceitos e temas estudados e encaminhando-as para seu tutor através do Ambiente Virtual de Ensino-Aprendizagem. Se precisar de auxílio, não deixe de fazer contato com o seu tutor.

Bons estudos!

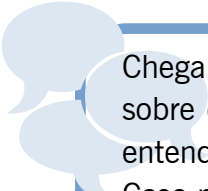


Atividades de aprendizagem

Defina Arranjo Físico de Instalação.

1. Cite e descreva cinco tipos de dispositivos de manuseio de materiais.
2. Liste e explique as vantagens básicas que uma empresa pode obter com um adequado estudo de Arranjo Físico.
3. Identifique o tipo de Arranjo Físico que poderia ser adotado pelas seguintes organizações justificando sua resposta:
 - a) um banco;
 - b) uma padaria;
 - c) uma empresa de jardinagem;
 - d) uma fazenda de gato leiteiro; e
 - e) uma escola.
4. Apresente o Arranjo Físico ideal para a unidade organizacional onde você trabalha, ou da área física de seu Polo de estudo atualmente.
5. Faça um croqui (esboço à mão de pintura, desenho, planta, projeto arquitetônico) ou planta baixa da loja, lanchonete ou bar de sua Universidade ou Escola; caso não tenha, escolha uma fora desses locais. Observe a área e desenhe no croqui ou na planta baixa o movimento das pessoas ao longo de um período de tempo suficiente para registrar 20 observações. Avalie o fluxo em termos de volume, variedade e tipo de Arranjo Físico.

6. Procure na Internet por uma empresa que forneça sistemas de esteiras transportadoras. Descreva alguns dos sistemas de esteiras transportadoras que a empresa pode fornecer. Não se esqueça de informar a fonte, indicando o *site* da empresa.
7. Visite uma livraria *on-line*, procure um livro recente sobre Arranjo Físico ou *layout* de instalações ou de fábricas, depois relacione o título, o (s) autor (es), o local da edição, a editora, a data de publicação e a edição.
8. Desenvolva um estudo de Arranjo Físico para o seu local de trabalho ou de estudo.



Chegamos ao final desta Unidade. Aqui conhecemos sobre os diversos tipos de Arranjo Físico e pudemos entender a diferença entre eles. Ficou alguma dúvida? Caso não tenha entendido algum ponto do conteúdo, estude-o novamente e esclareça as dúvidas com o seu tutor.

6

UNIDADE

Localização Industrial – Técnicas de Análise

Luiz Salgado Klaes



Nessa Unidade, você estudará a Localização Industrial e suas técnicas de análise, situando o tema historicamente, o seu surgimento e a sua importância.

Localização Industrial

Olá estudante,

Estamos iniciando mais uma Unidade. Realizaremos aqui uma jornada pelos campos da Administração da Produção, conhecendo a origem, o desenvolvimento, a evolução da Localização Industrial, a Teoria e os tipos de Localização.

A leitura atenta aos conceitos e aos demais aspectos trazidos no decorrer da Unidade, bem como a dedicação e a força de vontade, são atitudes essenciais para o bom desempenho nesta disciplina. Responda às atividades programadas ao final da Unidade e, caso tenha alguma dúvida, busque auxílio, pois temos uma equipe preparada para atender você. Que tal começar o estudo entendendo um pouco da evolução da localização industrial? Então, vamos lá! Boa sorte e bom estudo!

Evolução

Pensando em evolução, podemos pensar no problema da localização das atividades econômicas. Entendida por localização industrial, tem seu marco inicial a partir do término da IIª Guerra Mundial. Desse momento em diante cresceu muito o interesse na localização industrial, assim como na sua importância, tanto para os economistas, os administradores e engenheiros, como para os responsáveis pela área de Administração da Produção.



Figura 44: Localização
Fonte: Laboratório...(2010)

O aumento de vendas, a variação no custo da mão de obra e da produtividade, fretes mais caros, flutuações do mercado e a necessidade de maior eficiência de produção foram e têm sido as causas principais da expansão e da descentralização dos parques industriais.

Como podemos definir o desenvolvimento econômico? É um processo de mudança, pelo que se supõe que as atividades humanas variam, no decurso do tempo, em função não apenas dos seus fatores condicionantes, mas, também em função das variações ocorridas nos padrões de comportamento individual e, especialmente, de comportamento social.

Localizar uma organização significa determinar o melhor local para instalar uma base de operações, a partir da qual serão fabricados produtos ou prestados serviços. (PAINADO; GRAEML, 2007, p. 289)

Os objetivos da Teoria da Localização estão centralizados numa tentativa de abstrair-se da realidade aqueles fatores cujas inter-relações condicionam ou a distribuição espacial de certas atividades econômicas ou a distribuição espacial das atividades econômicas como um todo.

As contribuições pioneiras ao estudo sistemático da Teoria da Localização datam do Século XIX e se prendem, unicamente, aos aspectos parciais do problema. Essas contribuições pioneiras foram atribuídas a [Johann Henrich von Thunen](#) e [Wilhelm Launhardt](#). Outros autores também importantes são Alfred Weber, François Perroux, August Lösch e Walter Christaller. Porém, se deve a Alfred Weber não apenas o impulso mais

Leia mais sobre esses autores no Saiba mais da página 163.

significativo trazido para Teoria da Localização, mas também a primeira tentativa de formulação de uma Teoria Geral da Localização.

Weber, em sua obra *Über den Standort der Industrien*, centraliza a sua atenção em formular uma teoria pura das causas econômicas que determinam a localização das indústrias de transformação. De fato, as contribuições que no campo da Teoria da Localização sucedem a obra de Weber apresentam como objetivo principal discutir as implicações de uma Teoria Geral da Localização. Vale lembrar algumas contribuições como os estudos de Andreas Predöhe, Oskar Engländer e Tord Palander.

Você sabe em que consiste a Teoria da Localização? A resposta, não é fácil já que é necessário chegar a um sistema capaz de teorizar as inter-relações dos diversos fatores que afetam ou podem afetar a distribuição espacial das atividades econômicas.

Saiba mais...

Johann Heinrich Von Thunen (1783-1850) – Economista e geógrafo alemão, foi um dos fundadores da Teoria da Localização com Alfred Weber e Walter Christaller. De acordo com esses autores, a fricção da distância, isto é, o custo de mudar artigos, pessoas ou informação entre lugares é a variável-chave para explicar padrões geográficos. A Teoria Clássica da Localização assume a existência de otimizadores, ou seja, homens econômicos que organizam suas atividades de forma a otimizar a utilidades. Devido à natureza determinista da Teoria Clássica da Localização, atividade econômica em qualquer área, podem ser determinados os processos de decisões contemporâneas e pensados os fatores geográficos da área. Fonte: Grupo HEAD (1999).

Wilhelm Launhardt (1832-1918) – Focalizou em seus estudos os problemas em relação às atividades industriais e Thunen preocupou-se, essencialmente, com a localização agrícola. Fonte: Elaborado pelos autores deste livro.

Alfred Weber (1868-1958) – Irmão de Max Weber, economista, sociólogo e teórico cultural. Nasceu em Erfurt e faleceu em Heidelberg. Fonte: Elaborado pelos autores deste livro.

August Lösch (1906-1945) – Economista alemão nascido em Öhringem e falecido em Ratzeburg, fez grandes contribuições à economia espacial, sobretudo, através do livro *Die räumliche Ordnung der Wirtschaft*. Fonte: Elaborado pelos autores deste livro.

François Perroux (1903-1987) – Economista francês e professor nas universidades de Lyon e de Paris, em 1955, ele ocupou a Presidência da análise dos fatos econômicos e sociais no Collège de France. Dedicou especial atenção aos estudos sobre modelos de equilíbrio geral e problemas de política e economia monetária e desenvolveu a teoria dos polos de desenvolvimento como um instrumento de política econômica. Suas obras incluem *A Economia e Sociedade* (1961); *Indústria e Criação Coletiva* (1964); e *Para uma Nova Filosofia de Desenvolvimento* (1981). Fonte: Biografias y Vidas (2010).

Walter Christaller (1893-1969) - Geógrafo quantitativo alemão, sua principal contribuição para a disciplina, a Teoria dos Locais Centrais foi uma revolução na década de 1950 e 1960. Christaller é considerado o precursor da nova geografia quantitativa. Fonte: Infopédia (2010).

Para saber mais sobre a Teoria da Localização, leia o artigo de Jair do Amaral Filho, *A Endogeneização no Desenvolvimento Econômico Regional e Local* (2001), disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/viewFile/78/89>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

Teoria da Localização

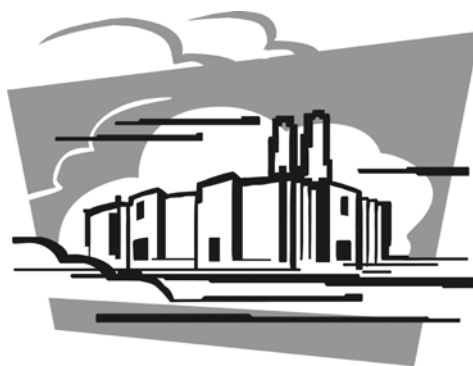


Figura 45: Prédio industrial
Fonte: Elaborada pelos autores deste livro

A escolha da localização torna-se uma combinação de vários tipos de fatores, que podem ser capital, mão de obra, recursos humanos, insumos, transporte etc. Devemos encarar o problema da localização de um modo

bem realístico, como sendo um problema de escolha; escolha de uma posição, dentro do espaço geográfico, em que deva se situar uma atividade econômica. Dessa maneira, o problema da localização é de interesse capital para a análise e política de desenvolvimento econômico.

O estudo dos fatores que permitem definir a localização mais vantajosa e adequada para uma indústria tem levado à formulação de teorias nas quais se busca quantificar as diversas influências exercidas pelo espaço geográfico sobre as atividades econômicas.

No estudo da localização de um complexo fabril, distâncias são medidas em custos de frete. Uma vez que os custos relativos de estocagem de matérias-primas e distribuição de produtos acabados variam de indústria para indústria, o custo total de matérias-primas e mercados diferirá em cada caso. Geralmente, mantendo-se constante os outros fatores, uma indústria tenderá a localizar-se no ponto em que tiver o menor custo agregado de transporte.

Sabe quais os objetivos dessas teorias? É dar respostas a alguns questionamentos como **onde produzir, o que produzir** – uma vez que já se tenha respondido à pergunta, **para quem produzir** desde que se tenham meios para decidir sobre **quanto produzir e como produzir**.

As **Teorias Locacionais** buscam compatibilizar os recursos ou fatores de produção (naturais, humanos, tecnológicos e de capital) existentes em quantidades limitadas com os fatores ou forças locacionais que permitam caracterizar as vantagens e desvantagens de uma região sobre a outra.

Agora que já conhecemos as teorias locacionais e seus objetivos, vamos acompanhar a classificação dos fatores locacionais que tornam uma região ou um determinado local mais adequado que outros:

- Custos de transporte de matérias-primas, de produtos acabados, de subprodutos, de resíduos e despejos;

Desenvolvimento Econômico – processo de melhorar o nível de vida e o bem-estar de uma população por meio do aumento da sua renda *per capita*. O processo envolve, em geral, um aumento das atividades industriais e de serviços em relação ao produto interno bruto e uma diminuição da proporção das atividades agrícolas.
Fonte: Lacombe (2004).

- Custos e disponibilidades de insumos;
- Áreas de mercado; e
- Fatores diversos tangíveis e intangíveis.

Enquanto os fatores locacionais forem distintos dos fatores de produção, a tendência da localização industrial geralmente é ser encarada como um problema econômico. E como ela pode realmente ser encarada?

A localização industrial pode ser encarada, dentro de um ponto de vista econômico, como uma relação funcional entre o custo total da atividade industrial, os custos de transporte e os custos de beneficiamento ou de transformação.

Então, como poderíamos definir o que é uma localização ótima? Podemos afirmar que a localização ótima é aquela que assegura a maior diferença entre os custos e benefícios, privados ou sociais, o que vale dizer, em outras palavras, que a melhor localização é aquela que permite obter as melhores taxas de rentabilidade ou custos unitários mínimos.

E quando pode ocorrer a definição de um local adequado para novas instalações? Segundo Slack *et al.* (2002) e de acordo com a maioria dos autores referenciados, a necessidade desta definição decorre de vários motivos. Vamos conhecê-los a seguir:

- Criação de uma nova empresa;
- Ampliação da área de atuação com base em uma nova instalação; e
- Mudança do local de instalação atual.

Mas, como é realizada a escolha da localização? Esta escolha deverá ser avaliada pelo comportamento e eficiência das forças locacionais, consideradas as variáveis que determinam ou orientam a distribuição geográfica dos investimentos.

A escolha de uma localização para instalar uma empresa envolve uma sequência de decisões, sendo que essa sequência pode e deve incluir decisões quanto a um país, uma região, uma comunidade ou um local

estratégico. Para que seja tomada essa decisão inicialmente já devemos ter claramente decidido se a localização ocorrerá em nível **internacional**, nacional, estadual ou local.

Com a globalização dos negócios, as organizações estão considerando rotineiramente em qual parte do mundo suas instalações devem ser localizadas. Então, vamos acompanhar os acontecimentos das últimas décadas.

Muitas empresas experimentaram localizar suas instalações em países estrangeiros. Em algumas vezes a experiência foi doce e em outras, muito amarga. E por quê? Porque instabilidades políticas, militares, sociais, religiosas e econômicas tornaram essas decisões arriscadas.

Pensando no mercado nacional e internacional, a administração deve decidir em qual região demográfica do país a instalação do empreendimento deva ocorrer. Essa decisão regional pode envolver a escolha dentre algumas regiões nacionais ou diversas regiões dentro de uma área geográfica. Assim que a decisão quanto à região geográfica for tomada, a administração do empreendimento deve decidir quanto à comunidade dentro dessa região.

Com relação à comunidade, devemos observar alguns fatores adicionais que afetam ou podem afetar a escolha da localização. Vamos acompanhá-los:

- serviços comunitários;
- atitudes políticas e incentivos;
- disponibilidade de mão de obra e custos locais;
- impacto ambiental; e
- serviços bancários etc.

Ao optar por uma determinada comunidade, segundo Gaither e Frazier (2002), o local estratégico dessa comunidade deve ser definido, mas, antes de defini-lo, alguns fatores adicionais ou complementares devem ser levados em consideração:

- tamanho e custo do terreno;
- proximidade e sistemas de transporte;
- indústrias ou serviços relacionados;
- disponibilidades de serviços públicos;

Leia mais sobre Localização Internacional na obra *Dicionário Enciclopédico de Administração* (2003), de Cary Cooper e Chris Argyris.

Globalização – integração crescente de todos os mercados (financeiros, de produtos, serviços, mão de obra etc.), bem como dos meios de comunicação e de transportes de todos os países do planeta. Processo em que a vida social nas sociedades sofre influências cada vez maiores de todos os países, incluindo os aspectos políticos, econômicos, culturais, sociais, artísticos, religiosos, bem como tudo o que se refere à moda, meios de comunicação etc. Fonte: Lacombe (2004).

- materiais e suprimentos; e
- restrições de zoneamento.

Na análise da Teoria da Localização de complexos industriais encontramos o seu desenvolvimento a partir dos trabalhos de Alfred Weber, August Lösch e [Walter Isard](#).

A partir dos trabalhos desses três estudiosos é que procuramos responder à questão **onde produzir**, determinando as inúmeras influências dos

fatores locais sobre o custo total da produção. Mas que custo é esse? Podemos considerá-lo como uma decorrência dos custos parciais devidos a transportes, mão de obra, matérias-primas, energia, assim como outros fatores de grandeza menos significativa. Estes fatores nem sempre são desprezíveis, pois o estudo locacional está orientado para os fatores mais significativos do custo, sendo que os demais podem ser mantidos constantes.

Com base no que foi até aqui apresentado, podemos afirmar que as atividades de qualquer empresa industrial podem ser então classificadas de três maneiras:

- pela reunião dos materiais e serviços necessários a produção;
- pelo beneficiamento ou conversão dos materiais em produtos acabados; e
- pela distribuição e venda dos produtos.

Logo, podemos concluir que o primeiro e o terceiro itens listados são diretamente influenciados pelos custos dos transportes, enquanto que o segundo, pelos custos de transformação. Consequentemente, a localização manufatureira poderá então ser encarada como sendo uma relação funcional entre o custo total da atividade, os custos de transporte e os custos de transformação. Vamos acompanhar esta relação entre os custos:

- $CT = \delta$.
- CT = custo total da atividade manufatureira.
- Ct = somatório dos custos totais de transporte de matérias e produtos.
- Cp = somatório dos custos totais de processamento.



Tô a fim de saber

Walter Isard

Nasceu em 1919. Economista norte-americano e principal fundador dos estudos relativos às ciências regionais. Emérito Professor da University of Pennsylvania e do Cornell College for Arts & Sciences.
Fonte: Elaborado pelos autores deste livro.

Então:

$$CT = (C_t, C_p)$$

- $C_t > C_p \rightarrow$ localização orientada pelas variações geográficas dos custos de transporte.
- $C_t < C_p \rightarrow$ localização orientada pelas variações geográficas dos custos do processo industrial.
- $C_t = C_p \rightarrow$ localização orientada pelas variações geográficas de outros custos.

De acordo com a relação que acabamos de visualizar, a qual conclusão podemos chegar? Podemos considerar, que a melhor localização para uma indústria orientada para o transporte será dirigida para a escolha do ponto onde os custos de transporte tendem a ser mínimos. Neste caso ainda podemos levar em consideração as distâncias, os fretes e o peso.

Então, o que podemos observar sobre a Teoria da Localização? Que ela pretende explicar a localização de empresas no espaço geográfico; e que é baseada no conceito do *homo economicus*. Esta teoria também abrange fatores aglomerativos e desaglomerativos; a renda urbana e a organização do espaço em geral; e está relacionada à Teoria Econômica Regional e Urbana, iniciada por Von Thunen (1826). Thunen realizou um trabalho com relação à localização de empreendimentos agrícolas em que fazia uma relação da renda da terra com a distância, isto é, quanto mais distante do centro de comercialização, menor seria o excedente do produtor, dado pelo custo de transporte e gastos com a produção. Posteriormente, Weber (1909), Christaller (1933), Wingo (1961) e Alonso (1964) trabalharam a questão da localização industrial, a teoria do lugar central e o uso da terra, respectivamente.

O *homo economicus* busca principalmente os bens materiais, não tem fantasias e é indiferente às nacionalidades, evita trabalhos desnecessários e é capaz de tomar decisões com estes objetivos. Trata-se de um modelo abstrato e impessoal. Fonte: Lacombe: (2009).

Entre 1980 e 1990, a localização industrial estava relacionada com a mundialização do capital. E qual foi a postura dos capitalistas naquela época? Eles se instalaram nos mercados consumidores promissores, como no caso brasileiro. Os encarregados pela elaboração de estudos de localização manufatureira sabem que em alguns casos os fatores qualitativos podem ser predominantes quando comparados com os quantitativos.

Para entendermos melhor as Teorias da Localização, que tal organizá-las em um quadro? Vamos acompanhar a seguir um comparativo dos teóricos e de seus objetivos, pressupostos e outros pontos em destaque.

	USO DAS TERRAS	LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL; ORIENTAÇÃO DA PRODUÇÃO	LUGARES CENTRAIS ÁREAS DE MERCADO
	Von Thunen	Weber	Christaller/Lösch
Objetivos	Utilização otimizada dos recursos agrários e terras de cultivo, baseada nos custos de transporte para os mercados	Obtenção da localização ideal para minimização dos custos de transporte	Localização ótima de áreas de mercado
Pressupostos	Mercado Central com preços fixos Os métodos de produção e custos constantes independentemente do local da produção Sem economia de escala	Função de produção linear (sem economia de escala) Preços de Mercado fixos	Distribuição uniforme de estabelecimentos. Funções de procura homogêneas. Transportes diferentes para diferentes tipos de produto
Fornecimento Procura	Disperso Localizado	Localizado Localizado	Localizado Disperso
Principais Ferramentas Analíticas	Funções de Renda Margem de Cultivo	Inventário de Material (MI) "isotims" (<i>Spatial isocost lines</i>)	Princípios Hierárquicos <i>Spatial demand curve</i> ("cone")

Quadro 9: Teorias da localização
Fonte: Elaborado pelos autores deste livro

Agora vejamos mais alguns aspectos muito interessantes de nossa jornada a respeito da localização. Como esses aspectos são fatores predominantes, procure observar em seu entorno antes de tomar qualquer decisão.

Tipos de Localização

Quais são as principais características sobre o tipo de localização? São três as que tornam a decisão sobre localização merecedora de criterioso estudo e especial atenção:

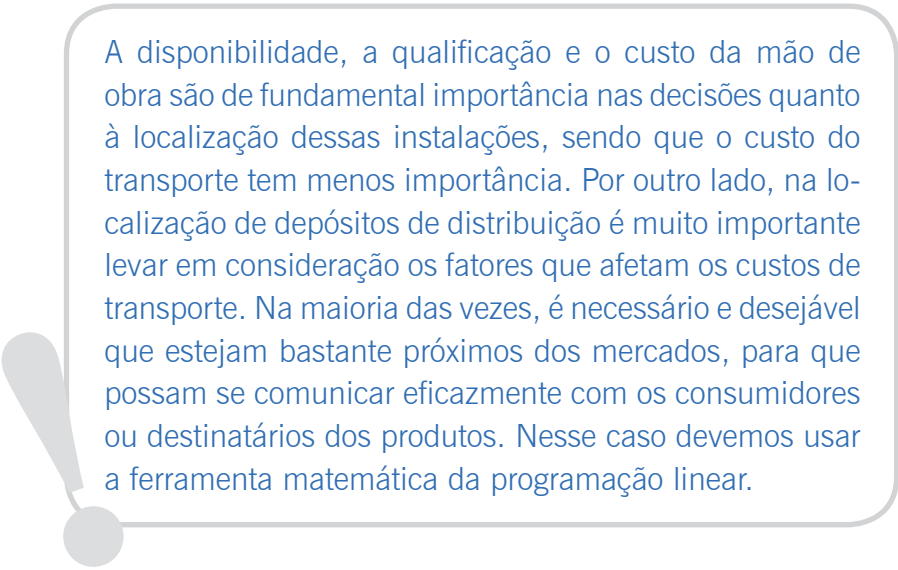
- trata-se de uma decisão de longo prazo;
- envolve elevado investimento; e
- tem impacto direto nos custos de operação.

Por que certas empresas estão localizadas próximo de suas matérias-primas enquanto outras estão próximas dos consumidores? Porque

empresas concorrentes muitas vezes se localizam próximas uma das outras? Daí podemos certamente concluir que essas indagações nos sugerem que cada tipo de empresa possui alguns fatores predominantes os quais determinam a decisão quanto à localização ou realocação das instalações de um empreendimento.

As atividades de mineração, lavra ou manufatura pesada, por exemplo, possuem instalações que utilizam intensivamente o capital, têm alto custo em edificações, ocupam grandes áreas geográficas e usam grandes e volumosas quantidades de matérias-primas. E qual a tendência dessas instalações? Consequentemente, a tendência é ter a sua localização próxima às matérias-primas e não aos mercados consumidores. Mas por quê? Tudo para minimizar os custos de transporte totais das entradas e saídas, que tendem a se localizar onde os custos do terreno e das construções sejam relativamente baixos e onde os refugos ou sobras não comprometam o meio ambiente. Também deve ser levada em consideração a boa oferta de serviços públicos (água, esgoto, comunicação etc.) e a proximidade de vias de escoamento rápidas (ferrovias, portos etc.).

Já as instalações de complexos industriais leves, que produzem componentes eletrônicos, vestuário, tecelagem, e calçados, por exemplo, devem estar localizadas próximas às fontes de matéria-prima ou de seus mercados. Geralmente procuram um equilíbrio entre os custos de transporte de entradas e saídas, assim como outros fatores relativos à localização.



A disponibilidade, a qualificação e o custo da mão de obra são de fundamental importância nas decisões quanto à localização dessas instalações, sendo que o custo do transporte tem menos importância. Por outro lado, na localização de depósitos de distribuição é muito importante levar em consideração os fatores que afetam os custos de transporte. Na maioria das vezes, é necessário e desejável que estejam bastante próximos dos mercados, para que possam se comunicar eficazmente com os consumidores ou destinatários dos produtos. Nesse caso devemos usar a ferramenta matemática da programação linear.

Com relação às instalações de **venda a varejo** e dos **serviços ao cliente** com fins lucrativos, estas sempre devem ser localizadas próximas da concentração de clientes-alvo, pois todos os demais fatores relativos à localização estão subordinados a esse único fator. Neste tipo de estudo para a localização, quais fatores estão envolvidos?

- Identificação de concentrações das comunidades tanto urbanas, como suburbanas e também as rurais; e
- Níveis de gastos da vizinhança bem como outras informações de caráter demográfico de interesse para cada caso.

Quando se tratar de **serviços públicos**, devem ser consideradas as populações-alvo, a fim de que elas possam economizar tempo, esforço e custo de deslocamento. Por exemplo, os serviços de saúde e emergência tradicionalmente estão localizados próximos a cidadãos (bairro), pois deve-se escolher localizações que resultam em tempos de resposta globais mais baixos entre o cidadão e os serviços oferecidos. Outro exemplo a ser considerado também são os Postos de Bombeiros ou Delegacias de Polícia, que estão localizados próximos a concentrações de residências. Por quê? Para que as viaturas do Corpo de Bombeiros ou a Rádio Patrulha possam chegar ao cenário do fato ocorrido em um tempo mínimo necessário. Essa mesma lógica também é válida para as ambulâncias.

Os controles ambientais e de zoneamento podem restringir a escolha do local para instalações produtoras de bens. Porém, os bens são geralmente padronizados e podem ser armazenados para uso em uma data futura. Já os serviços são produzidos e consumidos simultaneamente, de modo que as empresas de serviços se acham altamente dependentes da localização de seus clientes.

A crescente flexibilidade para os bens coincide com as atividades de processamento que trazem o produto acabado ou refinado para mais perto do consumidor. Quanto aos serviços, a necessidade de apoio à vida (medicina, bombeiro, polícia) é o maior determinante, e a flexibilidade aumenta na medida da proliferação e da natureza competitiva do serviço. Os serviços de informação tendem a ser altamente flexíveis em virtude da facilidade das comunicações eletrônicas.

Acabamos de navegar por alguns fatores que devemos levar em consideração quando desejamos localizar um empreendimento de venda a varejo ou de serviços. A seguir vamos continuar a nossa jornada também pelos aspectos quanto à localização de instalações industriais. Vamos lá? Se você tiver alguma dúvida sobre o que tratamos no início desta Unidade, reveja o conteúdo e entre em contato com o seu tutor.

Localização de Instalações Industriais

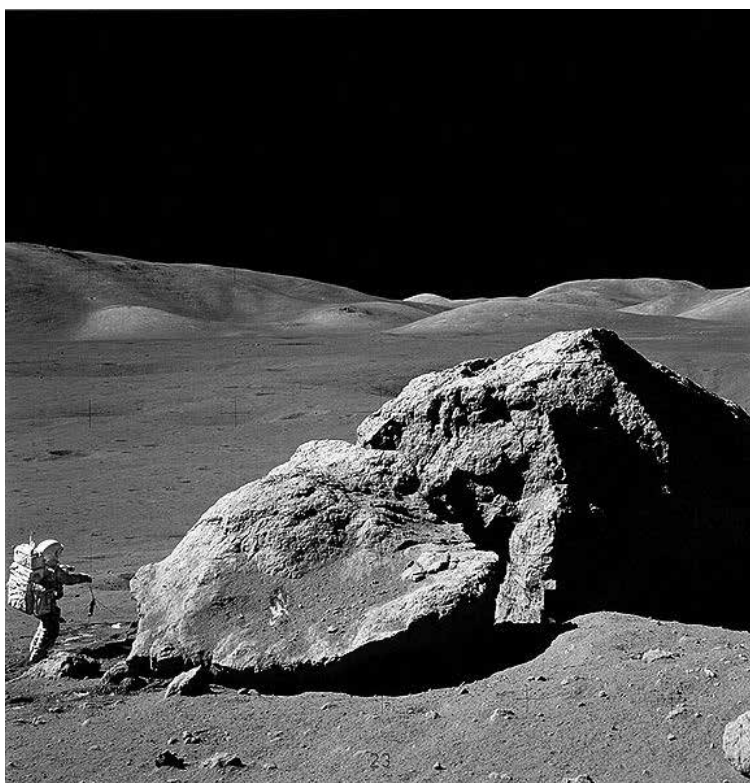


Figura 46: Exemplo de terreno que merece ser estudado
Fonte: Centro... (2010)

Na terminologia industrial moderna, matéria-prima inclui aquilo que é adquirido num estado de processamento parcial ou na forma de componentes complementares. O fabricante de máquinas, equipamentos

ou ferramentas considera sua matéria-prima os perfis laminados de aço ou de ferro e não o minério, combustível e fundentes usados na sua produção. Um fabricante de rádios pode adquirir sua matéria-prima na forma de transformadores, transistores etc. Portanto, no sentido usado, matéria-prima inclui todo o material adquirido, necessário para a fabricação do produto.

Torna-se necessário em alguns estudos, particularmente naqueles envolvendo divisões de corporações nacionais, dividir a matéria-prima em abastecimentos estático e dinâmico. O primeiro grupo representa fornecedores cativos ou outros de fornecimento em longo prazo, que não podem variar a quantidade fornecida de uma hora para outra. Fornecimento dinâmico inclui aqueles que são inteiramente dependentes da fábrica e podem ser facilmente ajustados.

Todas as operações de manufatura requerem entrada de matérias primas e saídas de produtos acabados para o mercado. Portanto, é de vital importância, para quem está estudando a localização de um empreendimento, que compreenda o intrincado e complexo sistema de transportes que terá à sua disposição.

A avaliação de regiões, sub-regiões e comunidades alternativas é comumente chamada de macroanálise, enquanto que a avaliação de locais específicos na comunidade selecionada é frequentemente chamada de microanálise.

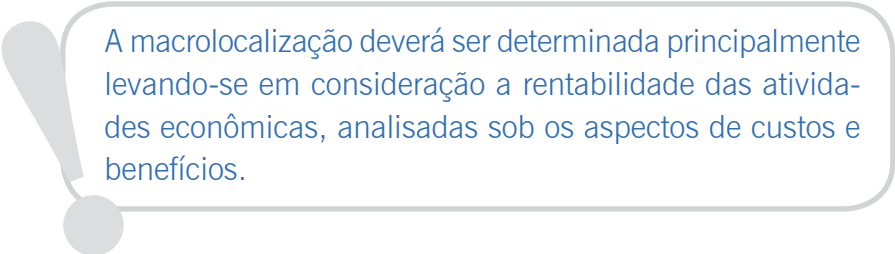
E como se define a instalação de um complexo industrial? Quanto à definição de onde se instalará um complexo industrial, devemos pensar que a determinação física é um dos problemas mais cruciais para não dizer fundamentais, a ser equacionado e solucionado. Sabe por quê? Simplesmente porque se refere a escolher entre um número finito de alternativas **macro e microlocações**. E o que isso significa? Que deve ser escolhida aquela alternativa que demonstre ser a mais vantajosa no atendimento dos objetivos que norteiam a localização ou re-localização de um complexo industrial.

Vamos conhecer mais sobre a macro e a microlocalização a seguir.

Também é importante lembrar dos fatores quantitativos (mão de obra, transportes, terrenos, centros de comércio, instalações de apoio, matérias-primas e a proximidade de outras instalações do mesmo ramo) e dos qualitativos (impostos, leis, características geográficas e ambientais).

Macrolocalização

O que é a macrolocalização? É mais ampla, ou seja, é quando devemos definir a região onde será implantado o complexo industrial, sendo que nesta implantação prevalecerão razões de ordem econômica, além dos aspectos técnicos. A determinação da localização mais vantajosa para um complexo industrial deve sempre levar em consideração a máxima rentabilidade para o capital investido.



A macrolocalização deverá ser determinada principalmente levando-se em consideração a rentabilidade das atividades econômicas, analisadas sob os aspectos de custos e benefícios.

É bem verdade que razões de caráter social, tais como subemprego ou desemprego, imposições político-estratégicas (vazios demográficos) e prestígio regional podem ser motivações para levar indústrias a se estabelecerem em áreas que não atendam a requisitos de rentabilidade máxima e custos mínimos. Isso porque nesses casos, a localização fugirá aos objetivos econômicos. E em que estarão centrados os resultados? Os resultados globais estarão centrados na geração de novas áreas econômicas e de novos mercados propícios à implantação de novas áreas industriais.

A decisão sobre a localização sofre influência de alguém? Pode sofrer, sim. O Estado, em suas três dimensões, pode influenciar direta ou indiretamente sobre o custo e a alocação dos diversos fatores de produção, assim como no interesse do desenvolvimento econômico regional ou nacional, canalizando complexos industriais para áreas carentes de desenvolvimento.

Algumas disposições legais também podem influenciar decisivamente na macrolocalização de indústrias:

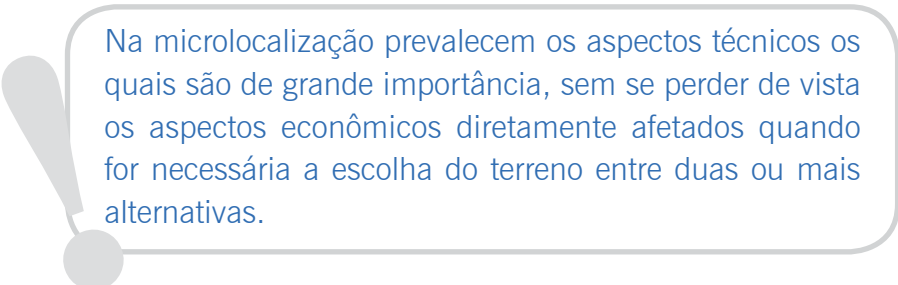
- isenção ou redução de impostos locais;
- incentivos fiscais e financeiros;
- código de obras;
- legislação antipolvente; e
- áreas com restrições de gabarito etc.

A macrolocalização, segundo Valle (1975, p. 35), deverá levar em consideração uma série de fatores locacionais e motivações:

- Custos e eficiência dos transportes de materiais.
- Dimensão e localização das áreas de mercado.
- Custo do terreno.
- Custo, disponibilidade e qualidade da mão de obra.
- Disponibilidade e qualidade da água.
- Disponibilidade e custo da energia.
- Suprimento de matérias-primas.
- Eliminação de resíduos.
- Economia de escala.
- Custo e eficiência de transporte de produtos.
- Motivações fiscais, financeiras e de transporte.
- Localização da concorrência.
- Vantagens e desvantagens das aglomerações industriais.
- Fatores intangíveis.
- Problemas habitacionais.
- Custo de vida.
- Atividades sindicais e comunitárias.
- Serviços de educação e saúde.
- Lazer.
- Clima.
- Serviços religiosos.

Microlocalização

Depois da macrolocalização, temos a microlocalização. Mas, o que seria a microlocalização? Já com a definição da região onde deverá ser localizada uma indústria, o passo seguinte é definir a exata localização da implantação, escolhendo o terreno que será ocupado.



Na microlocalização prevalecem os aspectos técnicos os quais são de grande importância, sem se perder de vista os aspectos econômicos diretamente afetados quando for necessária a escolha do terreno entre duas ou mais alternativas.

O que é necessário para a escolha do terreno? No processo de escolha do terreno devemos ter de início a definição aproximada da área livre requerida, assim como os requisitos mínimos que o terreno deva apresentar:

- relevo e declive;
- resistência e qualidade do solo;
- vias de acesso e comunicação;
- serviços públicos (rede de esgoto sanitário; coleta de lixo etc.); e
- insumos industriais (água, energia elétrica etc.).

Depois de selecionado o terreno, dentre aqueles viáveis, devemos ainda levar em consideração outros pontos muito importantes:

- Situação legal da área.
- Demarcação efetiva dos limites do terreno.
- Existência no terreno de construções, fundações, edificações etc, as quais devem ser demolidas.
- Existência de áreas cultivadas, jazidas etc.
- Necessidade de obras de contenção, de estabilidade de encostas, drenagens, aterros etc.
- Existência de faixas de domínio ou direitos de servidão.
- Existência de restrições quanto ao gabarito máximo das edificações, nível de ruído, emissão de fumaça, vapores e odores etc.
- Existência de limitações físicas e legais para o tráfego de veículos tais como gabarito de pontes, túneis etc.
- Riscos de inundação, avalanche, deslizamento de terra ou perda sobre a área.



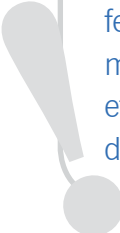
Figura 47: Fatores que afetam as decisões de escolha de local

Fonte: Monks (1987, p. 57)

Dados, Políticas e Incentivos

Os dados, políticas e volume de informações necessárias para comparar alternativas de localização de instalações podem ser enormes, e as fontes desses dados numerosas e diversas. No caso brasileiro, acreditamos que a principal fonte seja o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Porém, as fontes valiosas podem ser as Câmaras de Comércio; os Cadastros Municipais; as Federações de Indústria; as Associações Comerciais; os Sindicatos dos setores industriais ou comerciais; os Serviços de Estatística dos Estados etc.

Os governos (municipal, estadual ou nacional) e as organizações civis (Federações de Indústria etc.) desenvolvem estudos para atrair novos complexos industriais ou comerciais para a sua comunidade ou regiões de influência. Assim, para ser mais atrativa, a região deve se preocupar em poder estender um tapete vermelho às equipes interessadas



em visitar ou conhecer possíveis alternativas, apresentando estudos onde devem figurar a oferta da lista de incentivos econômicos tais como a redução dos Impostos de Renda e Territorial Urbano entre outros, tipos de rodovias, aeroportos, ferrovias ou entroncamentos ferroviários, portos, estacionamentos, energia elétrica, água potável, nível de escolaridade etc., pois esses e outros fatores poderão ser poderosas armas de atração à localização de futuras empresas.

As decisões concernentes à localização ou realocização de um empreendimento são muito complexas, pois são tantas as variáveis relacionadas e tantas as incertezas presentes, que muitas vezes se torna difícil entender todas as informações disponíveis. Devido a essa complexidade, as técnicas de análise tendem a considerar somente parte das informações, às vezes de maneira simples, e, dessa forma, ao tomar a decisão, a pessoa fica com essa incumbência de integrar da melhor maneira os resultados da análise com as informações disponíveis.

Então, de acordo com Gaithier e Franzier (2001, p. 185), vamos conhecer os principais fatores nas decisões quanto à localização de vendas a varejo:

- pesquisa do comportamento do cliente;
- pesquisa de mercado;
- coleta de dados para cada alternativa de localização;
- projeção de receitas e despesas para cada cenário; e
- projeções de lucro ou prejuízo para cada alternativa de localização.

Técnicas de Localização

Agora que já temos uma visão de vários aspectos da localização industrial, vamos conhecer algumas técnicas que necessitam exercer um nível de julgamento considerável na escolha de localizações alternativas.

Uma vez pré-selecionadas as várias localidades alternativas que se apresentam para a instalação de um complexo industrial, existem vários modelos de referência que podem auxiliar no processo de decisão. Uma decisão de localização se baseia em pelo menos dois tipos de dados: os dados quantitativos e os dados qualitativos.

E quais os modelos de decisão mais utilizados na avaliação de alternativas? Antes de finalizar o nosso estudo, vamos conhecer um pouco de cada um dos modelos a seguir:

- Modelo ou Método do Centro de Gravidade;
- Modelo ou Método do Ponto de Equilíbrio;
- Método dos Momentos; e
- Modelo ou Método da Ponderação Qualitativa.

Método do Centro de Gravidade

Analisar localizações diferentes com o modelo carga-distância é relativamente simples se algum processo sistemático de busca for seguido.

O Método de Centro de Gravidade é um bom ponto de partida para avaliar localizações na área definida como meta usando o método carga-distância.

O primeiro passo é determinar as coordenadas x e y de localizações diferentes, seja na forma de longitude e latitude das localizações ou criando uma matriz (x, y) . O Centro de Gravidade da coordenada x , indicado por x^a , é obtido multiplicando-se cada ponto de coordenada x (seja a latitude da localização, seja a coordenada x em uma matriz) por sua carga (c_e), somando esses produtos ($\sum c_e x_e$) e, em seguida, dividindo-se pela soma das cargas ($\sum c_e$). O Centro de Gravidade da coordenada y (seja a longitude, seja a coordenada y em uma matriz), indicado por y^a , é encontrado do mesmo modo (observar a Figura 48).

Essa localização geralmente não é a ótima para as medidas de distância, mas ainda é um ponto de partida excelente. As classificações de carga-distância para localizações nas adjacências podem ser calculadas até que a solução esteja próxima da ótima.

O Método do Centro de Gravidade é uma técnica utilizada na macroanálise que oferece uma abordagem quantitativa para determinar onde colocar uma instalação com base na minimização dos custos totais

de transporte entre o local em que são produzidos os bens e onde eles são consumidos.

Para que usamos o Método do Centro de Gravidade? Esse método é usado para encontrar uma localização que minimize os custos de transporte, ou seja, procura avaliar o local de menor custo para instalação da indústria. Nesse método, também são considerados o fornecimento de matérias-primas e os mercados consumidores.

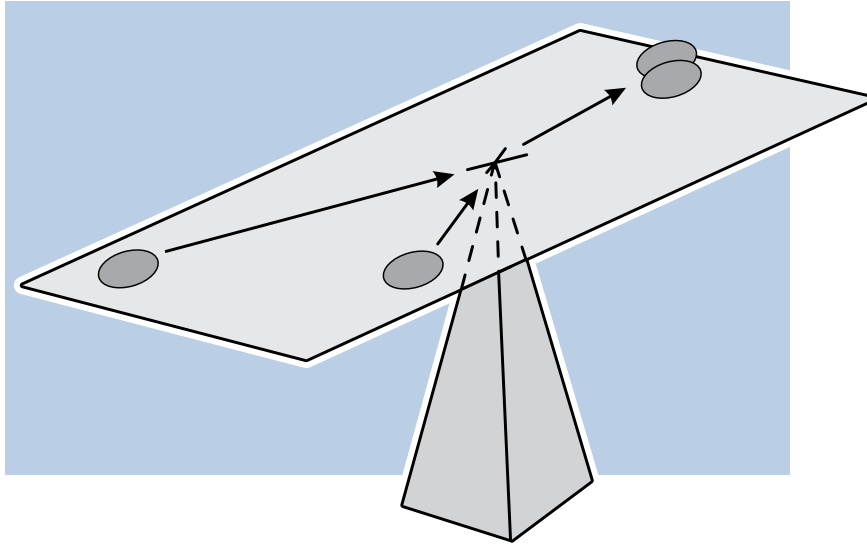


Figura 48: Método do Centro de Gravidade
Fonte: Slack *et al.* (2002, p. 185)

A característica deste método é ser baseado na ideia de que todas as localizações possíveis têm um valor que representa a soma de todos os custos de transporte de e para essa localização.

Concluindo, podemos dizer que no Modelo do Centro de Gravidade procuramos avaliar o local de menor custo para a instalação da empresa considerando o fornecimento de matérias-primas e os mercados consumidores.

Você saberia definir qual é a melhor localização na avaliação de alternativas? Se não sabe, não se preocupe; vamos ver isso agora.

A melhor localização é aquela que minimiza custos; e é representada pelo que, em uma analogia física, será o centro de gravidade ponderado de todos os pontos de e para onde os bens são transportados.

Método do Ponto de Equilíbrio (custo x lucro x volume)

Já sabemos que o Método do Centro de Gravidade é uma técnica utilizada na macroanálise, que oferece uma abordagem quantitativa para determinar onde colocar uma instalação. Mas e no Método do Ponto de Equilíbrio? Neste método são comparadas as diferentes localidades em função dos custos totais de operação, ou seja, os locais em potencial devem ser comparados em uma base econômica calculando-se os custos variáveis e os custos fixos e posteriormente variando-os em função de diferentes volumes para cada local.

Quais as características desse tipo de método? Segundo Monks (1987, p. 58), são as seguintes:

- determinar todos os custos importantes que variam com os locais;
- classificar os custos para cada ponto em custos fixos anuais (cf) e custos variáveis por unidade (cv);
- assinalar os custos ligados a cada local em um único gráfico de custo anual *versus* volume anual; e
- definir o local com o custo total mais baixo (ct) em um volume esperado de produção.

A análise do Ponto de Equilíbrio pode ajudar um gerente a comparar alternativas de localização tendo por referência fatores quantitativos que podem ser expressas em termos de custo total. Isso é particularmente útil quando um gerente quiser definir as faixas nas quais cada alternativa é melhor. Os passos básicos para soluções gráficas e algébricas são os seguintes, segundo Krajewski *et al.* (2009, p. 363):

- Determinar os custos variáveis e os custos fixos para cada local. Lembre-se de que os custos variáveis são a porção do custo total que varia diretamente com o volume de produto. Lembre-se de que os custos fixos são a porção do custo total que permanece constante independentemente dos níveis de produto.
- Traçar as linhas do custo total – a soma de custos variáveis e fixos – para todos os locais em um único gráfico.
- Identificar as faixas aproximadas para as quais cada localização tem o custo mais baixo.

- Resolver algebricamente os pontos de equilíbrio para as faixas relevantes.

Concluindo, podemos afirmar de que no Método do Ponto de Equilíbrio, são comparadas diferentes localidades em função dos custos totais e de operação (custos fixos + custos variáveis).

O Método dos Momentos é semelhante ao Método do Centro de Gravidade. Você sabe qual a diferença entre eles? A ponderação de um determinado centro contra os demais centros existentes em uma determinada região geográfica. Vamos entender melhor!

Método dos Momentos

Para cada centro, podemos calcular o momento que todas as cidades somadas possuem.

Então,

Momento (M) = custo unitário de transporte x quantidade x distância

Assim, o centro que apresentar a menor soma de momentos será o escolhido.

Antes de pensar no Método da Avaliação, você já parou para pensar no que é avaliar? É muito importante entender o que é avaliar e o que significa uma avaliação. Então, pense a respeito!

Método da Avaliação do Fator Qualitativo

Avaliar um fator é uma maneira de se atribuir valores quantitativos (econômico) a todos os fatores relacionados com cada alternativa de decisão e computar o peso relativo de cada uma para efeito de comparação.

Para finalizar o conteúdo da nossa quinta Unidade, vamos agora conhecer o que é o **Método da Avaliação do Fator Qualitativo**, que é utilizado para trabalhar com dados qualitativos dos possíveis locais alternativos pré-selecionados. Sabe o que ele propõe? Uma forma de medir e dar valor a dados de natureza subjetiva para permitir a comparação entre as várias alternativas de localização. Desta forma, os dados subjetivos e a opinião pessoal dos avaliadores podem fazer parte do processo decisório de forma justa e racional.

Localizando Instalações de Serviços

Por causa da variedade de empresas de serviços e do custo relativamente baixo de se estabelecer uma instalação de serviços, comparado com uma instalação industrial, instalações novas para serviços são muito mais comuns do que fábricas e armazéns novos. De fato, existem poucas comunidades nas quais o rápido crescimento populacional não veio acompanhado de um rápido crescimento simultâneo nas lojas de varejo, restaurantes, serviços municipais e instalações de entretenimento.

Os serviços geralmente têm locais múltiplos para poderem manter contato próximo com os clientes. A decisão sobre a localização está intimamente ligada à decisão sobre a seleção do mercado. Se o mercado-alvo for grupos de idade universitária, as localizações em comunidades de aposentados – apesar da conveniência em termos de custos, disponibilidade de recursos e assim por diante – não são alternativas viáveis.

As necessidades do mercado também afetam a quantidade de locais a serem construídos, e o tamanho e as características dos locais. Embora as decisões sobre os locais de serviço sejam muitas vezes tomadas com a minimização de custos, as técnicas para a tomada de decisões sobre localizações de serviços maximizam o lucro em potencial de vários locais.

O critério de localização de lojas visa, na maioria das vezes, maximizar as receitas. Assume-se, no ramo comercial, que a receita é diretamente proporcional à dimensão da loja (área ocupada) e inversamente proporcional à distância que o cliente deve percorrer até a loja (dificuldade ou facilidade de chegada).

Segundo Gaither e Frazier (2002, p. 185), os passos básicos para analisarmos as decisões quanto à localização de instalações de serviço são:

- pesquisa do comportamento do cliente;
- pesquisa de mercado;
- coleta de dados para cada alternativa de localização;
- projeções de receitas para cada alternativa de localização; e
- projeções de lucros para cada alternativa de localização.

Para realizar a avaliação, devemos calcular o número de clientes da região considerada que irá até aquela localização.

Saiba mais...

Para saber mais sobre Localização Industrial, consulte os *sites* indicados a seguir:

<www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A116.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2013.

<www.qualidade.com>. Acesso em: 22 abr. 2013.

<www.anpec.org.br/revista/vol4/v4n1p85_112.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2013.

<www.rae.com.br/artigos/1167.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2013.

<<http://ideas.repec.org/p/abp/he1999/031.html>>. Acesso em 22 abr. 2013.

<www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/lgs-mem/31.htm>. Acesso em: 23 abr. 2013.

<www.scribd.com/doc/6260016/localizacao-industrial>. Acesso em: 23 abr. 2013.

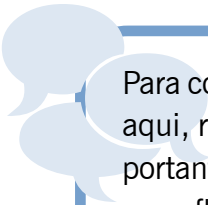
<<http://geographicae.wordpress.com/2006/11/01/factores-de-localizacao-industrial/>>. Acesso em: 23 abr. 2013.

Resumindo



Nesta Unidade estudamos sobre a Localização Industrial, com ênfase em alguns aspectos. Aqui aprendemos que localizar uma instalação industrial significa determinar o melhor local para se instalar uma base de operações na qual serão elaborados produtos ou prestados serviços. Observamos ainda que os principais fatores que devem ser levados em consideração na decisão da localização de complexos industriais são: disponibilidade de matéria-prima; energia elétrica; água; mão de obra; facilidades e incentivos fiscais e creditícios; qualidade de vida; qualidade dos serviços essenciais; e localização próxima aos mercados consumidores.

A definição do local de instalações de um novo negócio, quer seja uma fábrica, um depósito, um escritório ou mesmo uma loja comercial, requer toda a atenção da administração, já que, pelo seu caráter estratégico, terá repercussão no médio e longo prazos.



Para conferir se entendeu toda a discussão apresentada aqui, responda às atividades propostas a seguir. É importante saber que não é necessário que você responda ou reflita somente sobre o que está no livro. Tenha opinião crítica sobre o assunto tratado e exponha aos colegas as suas observações nos fóruns de discussão.



Atividades de aprendizagem

6

UNIDADE

1. Cite quatro passos sequenciais nas discussões quanto à localização.
2. Quais fatores afetam as decisões quanto à localização nacional?
3. Cite cinco fatores quantitativos comumente considerados nas decisões quanto à localização de instalações.
4. Em lojas de departamentos e supermercados, que fatores são relevantes para a localização?
5. Relacione cinco fatores predominantes que afetam a localização destas instalações:
 - a) Instalação de manufatura leve;
 - b) Instalação de varejo e serviço; e
 - c) Instalação de serviços de saúde e emergência.
6. Enumere cinco fatores qualitativos que, em geral, são relevantes para efeito de localização de empresas industriais.
7. Junto com um colega de turma, avalie a localização de dois ou três serviços correspondentes; por exemplo: supermercados, dentistas ou oficinas de consertos de carros. Realize sua avaliação individualmente e depois compare seus resultados, identifique e tente ajustar as diferenças nas avaliações e critérios com seu colega.
8. Quais as formas de incentivos que uma administração pública local pode oferecer para atrair empreendimentos? Qual o interesse da administração pública neste caso?
9. A localização sempre é considerada de importância especial em operações de varejo. Por que você acha que é assim?

Chegamos ao final da Unidade 6! Ficou alguma dúvida sobre o que estudamos aqui? Reveja o conteúdo apresentado e, em caso de dúvidas, entre em contato com o seu tutor. Não espere para buscar auxílio! Resolva as suas dificuldades no momento em que elas aparecem, pois assim seu aprendizado será muito mais eficiente!



ARAÚJO, Luís César G. de. *Organização, Sistemas e Métodos e as Tecnologias de Gestão Organizacional*: arquitetura organizacional, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total e reengenharia. São Paulo: Atlas, 2007.

BARNES, Ralph. *Estudo de Movimentos e de Tempos*: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1963.

BIOGRAFIAS Y VIDAS. François Perroux. [2010?]. Disponível em: <<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/perroux.htm>>. Acesso: 22 abr. 2013.

BURBIDGE, John L. *Planejamento e Controle da Produção*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1981.

BUFFA, Elwood S. *Administração da produção*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1979.

CENTRO Ciência Viva do Algarve. *Apollo 17*. [2010?]. Disponível em: <http://www.ccvalg.pt/astronomia/sistema_solar/lua/apollo_17.gif>. Acesso em: 22 abr. 2013.

CHASE, Mark M.; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas J. *Administração da produção para a vantagem competitiva*. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

COOPER, Cary; ARGYRIS, Chris. *Dicionário enciclopédico de administração*. São Paulo: Atlas, 2003.

COPLY, Frank. Barkley. *Frederick W. Taylor*. Nova York: Harper & Bross, 1923.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. *Administração Estratégica de Serviços*. São Paulo: Atlas, 1994.

_____. *Just-in-time, MRP II e OPT*: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1995.

CURY, Antônio. *Organização & Métodos*: uma visão holística. São Paulo: Atlas, 2007.

DAVIS, Maek M.; AQUILANO, Nicholas, J.; CHASE, Richard B. *Fundamentos da administração da produção*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ERDMANN, Rolf Hermann. *Administração da produção: planejamento, programação e controle*. Florianópolis: Papa-livro, 2007.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. *Service Management: operations, strategy, and information technology*. Boston: McGraw-Hill. 1997.

_____. *Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação*. Porto Alegre: Bookman, 2000; 2005.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. *Administração da produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pioneira – Thomson Learning, 2001.

GOLDRATT, Eliyahu; COX, Jeff. *A meta*. 2. ed. São Paulo: IMAM, 1986.

GRUPO HEAD. *Johann Heinrich von Thünen*. 1999. Disponível em: <http://www.oocities.org/grupohead/economistas/von_thunen.htm>. Acesso em: 22 abr. 2013.

GUERREIRO, Reinaldo. Os princípios da Teoria das restrições sob a ótica da mensuração econômica. *Caderno de Estudos n. 13*, São Paulo, FIECAFI, jan.-jun. 1996. Disponível em: <http://www.eac.fea.usp.br/cadernos/completos/cad13/teoria_restricoes.pdf>. Acesso em: 14 maio 2013.

HARDING, Hamish Allan. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1981.

HOUAISS, Instituto Antônio Houaiss. *Houaiss Eletrônico*. Versão monousuário, 3.0. CD-ROM. Objetiva: jun. 2009.

INFOESCOLA. Navegando e Aprendendo. *Frederick W. Taylor*. 2009. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/biografias/frederick-taylor/>>. Acesso em: 12 abr. 2013.

INFOPÉDIA. Enciclopédia e Dicionários Porto Editora. *Walter Christaller*. [2010?]. Disponível em: <[http://www.infopedia.pt/\\$walter-christaller](http://www.infopedia.pt/$walter-christaller)>. Acesso em: 22 abr. 2013.

KOVESI, André. Engenharia paralela: uma realidade no Brasil. *Automação e indústria*, ano V, n. 47, p. 12-14, 1993.

KRAJEWSKI, Lee L. *et al. Administração de produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

KRUGLIANSKAS, Isak. Engenharia simultânea: organização e implantação em empresas brasileiras. *Revista de Administração*. São Paulo, v. 28, n. 4, p. 104-110, out.-dez. 1993.

_____. Engenharia simultânea e técnicas associadas em empresas tecnologicamente dinâmicas. *Revista de Administração*. São Paulo v. 30, n. 2, p. 25-38, abr.-jun., 1995.

LABORATÓRIO de Cartografia e Sensoriamento Remoto IGUFU. *Mapa Mundi*. 2010. Disponível em: <<http://lacarigufu.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 18 abr. 2013.

LACOMBE, Francisco. *Dicionário de Administração*. São Paulo: Saraiva, 2004.

_____. *Dicionário de Negócios*. São Paulo: Saraiva, 2009.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAYNARD, H. B. *Manual de engenharia de produção: métodos*. São Paulo: Edgard Blucher, 1970a.

_____. *Manual de engenharia de produção: padrões de tempos elementares pré-determinados*. São Paulo: Edgard Blucher, 1970b.

MONKS, Joseph G. *Administração da Produção*. São Paulo: McGraw Hill, 1987.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da produção e operações*. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

_____. *Administração da produção e operações*. 2. ed. ver. e ampl. São Paulo: CENGAGE Learning, 2008.

MÜLLER, Helmut. *Service Marketing*. Berlin/Heidelberg: Springer, 1996.

NORMANN, Richard. *Administração de serviços: estratégia e liderança na empresa de serviços*. São Paulo: Atlas, 1993.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. *Sistemas, Organização & Métodos: uma abordagem gerencial*. São Paulo: Atlas, 2004.

OISHI, Michitoshi. *Técnicas integradas na produção e serviços*. São Paulo: Pioneira, 1995.

- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. *Administração da Produção* (operações industriais e de serviço). Curitiba: UNTCENT, 2007.
- REID, R. Dan; SANDERS, Nada R. *Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- RIBEIRO, Amalco Pereira. Boletim Sobracon. *Engenharia simultânea: um novo caminho*, n. 43, p. 40-45, 1989.
- ROBBINS, Stephen P. *Administração: mudanças e perspectivas*. São Paulo: Saraiva, 2001.
- ROTH, Aleda V.; MILLER, Jeffrey G. Success Factors in Manufacturing. *Business Horizons*, p. 73-81, jul.-ago. 1992.
- ROZENFELD, Henrique; TIBERTI, Alexandre J. Engenharia simultânea através da integração otimiza o desenvolvimento de produtos. *Automação*. p. 101-112, dez. 1995.
- RUSSOMANO, Victor Henrique. *Planejamento e Acompanhamento da Produção*. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1986.
- SCHEER, August Wilhelm. *CIM: evoluindo para a fábrica do futuro*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.
- SCHMENNER, Roger W. *Service operations management*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995.
- SCHMENNER, Roger W. *Administração de operações em serviços*. São Paulo: Futura, 1999.
- SCHNEIDER, Homero M. Engenharia simultânea: causas do seu sucesso relativo. *Revista Economia de Empresa*. São Paulo, v. 2, n. 3, p. 17-21, jul.-set. 1995.
- SCHONBERGER, Richard J. *Técnicas industriais japonesas*. São Paulo: Pioneira, 1986.
- SILVA, Alexandre Dantas Pinheiro. *Uma nova estratégia de programação NC em ambiente CAD/CAPP/CAM*. Florianópolis, 1990. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Dep. de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 1990.
- SILVA, Argens Valente; COIMBRA, Rubens Ricardo de Castro. *Manual de Tempos e Métodos: Princípios e técnicas do estudo de tempos*. Editora Hemus, 1980.

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

_____. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1999.

_____. *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLIDEFINDER. *Lay-outs*. 2007. Disponível em: <<http://www.slidefinder.net/t/t2g2/t2g2/11154943>>. Acesso em: 18 abr. 2013.

STARR, Martin Kenneth. *Administração da produção*. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 1971.

TOMELIN, Maurício; COLMENERO, João Carlos. *Método para definição de layout em sistemas job-shop baseado em dados históricos*. Prod. [online]. 2010, v. 20, n. 2, p. 274-289, 2010.

VALLE, Cyro Eyer do. *Implantação de indústrias*. Rio de Janeiro: LTC, 1975.

ZACCARELLI, Sérgio B. *Programação e controle da produção*. 7. ed. São Paulo: Pioneira, 1986.

Luiz Salgado Klaes



Possui Doutorado em Engenharia Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (2004), Mestrado em Administração Pública pela UFSC (1983), Especialização em Engenharia Industrial pela UFSC (1973), Especialização em Cooperativismo pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1977), Especialização em Cooperativismo pela Carl Duisberg (1980), Especialização em Cooperativismo pela Organização Internacional do Trabalho (1982), Graduação em Ciências Econômicas pela UFSC (1969), Graduação em Ciências da Administração pela UFSC (1971), Curso técnico profissionalizante pelo Instituto Estadual de Educação de Santa Catarina (1965) e Ensino Médio pelo Colégio João Lira (1961). Atualmente é Professor Associado II da UFSC e membro da Organização das Cooperativas do Estado de Santa Catarina e da Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra. Possui experiência na área de Administração, com ênfase em Administração de Setores Específicos.

Rolf Hermann Erdmann



Possui Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (1994), Mestrado em Engenharia de Produção pela UFSC (1984), Graduação em Administração pela UFSC (1980) e Graduação em Engenharia Mecânica pela UFSC (1979). É ex-coordenador do mestrado/doutorado em Administração. Atualmente é professor associado da UFSC. Possui experiência na área de Administração, com ênfase em Administração da Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: Planejamento e Controle da Produção – PCP, Benchmarking em gestão da produção, Produção enxuta, Produção de serviços e Teoria da complexidade. Pesquisador CNPq nível II.