

UNIDADE 4 – TEMAS DA PRODUÇÃO QUE ENVOLVEM DECISÕES OPERACIONAIS

MÓDULO 1 – ADMINISTRAÇÃO DE PROJETOS

01

1 - OBJETIVO DO PROJETO

Projetos são constituídos de conjuntos únicos de operações planejadas para atingir certos objetivos, dentro de um limite de tempo.

A primeira etapa no processo de planejamento é definir o objetivo do projeto – o resultado ou produto final esperado. O objetivo deve ser claramente definido e acordado entre o cliente e a organização ou fornecedor que vai conduzir o projeto. Ele deve ser claro, atingível, específico e mensurável. O cumprimento do objetivo do projeto deve ser facilmente reconhecível tanto pelo cliente quanto pelo fornecedor. O objetivo é o alvo – o produto final tangível que a equipe de projeto deve fornecer.

Para um projeto, o objetivo costuma ser definido como escopo, cronograma e custo – ele exige a conclusão do trabalho dentro do orçamento e em determinado período de tempo. Por exemplo, o objetivo do projeto pode ser “lançar no mercado, dentro de dez meses e com um orçamento de R\$1.000.000,00 (um milhão de reais), um novo eletrodoméstico para cozinhar, que atenda a certas especificações de desempenho predefinidas”.

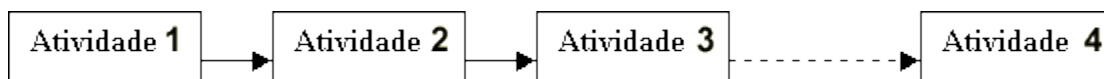
No projeto, o que mais preocupa é terminá-lo no tempo estabelecido, pois frequentemente há importantes prazos a cumprir. O cronograma é, portanto, absolutamente crítico para o gerenciamento de um projeto. São desenvolvidas várias técnicas para salientar as atividades de um projeto que devem ser executadas em prazo certo e as atividades que podem ser adiadas.

Sabe-se que um projeto pode ser visualizado como o conjunto de operações conduzidas numa certa sequência para atingir determinados objetivos. As operações que integram um projeto, consumindo tempo e recursos, são chamadas atividades.

02

2 – REPRESENTAÇÃO DE PROJETO

Para representar essas atividades e a ordem em que são efetuadas, usa-se o chamado Diagrama de Rede, que guarda semelhanças e diferenças com o Diagrama de Precedência, usado para representar as operações de uma linha a ser balanceada.



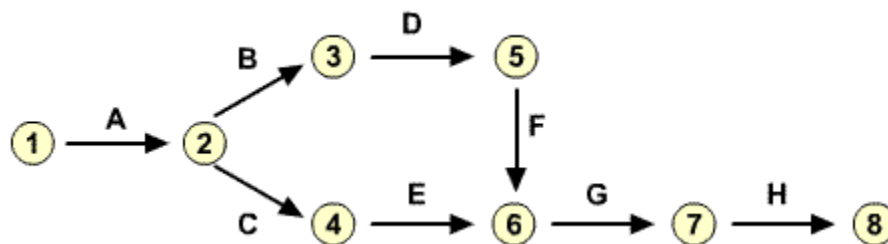
No Diagrama de Rede, cada atividade tem início e fim, que são pontos no tempo. Esses pontos no tempo são conhecidos como eventos. As atividades são representadas por setas e os eventos – pontos inicial e final – por círculos (chamados também de nós). A seta aponta para o círculo que representa o evento

final, para dar a ideia de progressão no tempo. As atividades são representadas por números ou letras e os círculos são numerados, em ordem crescente, da esquerda para a direita.

Para dar um exemplo muito simples de um Diagrama de Rede, imaginemos que alguém esteja pensando em oferecer um jantar. As atividades envolvidas no projeto “Oferecer um Jantar” são:

Atividade	Designação	Atividades precedentes imediatas
Decidir oferecer o jantar	A	Nenhuma
Comprar os ingredientes	B	A
Fazer lista de convidados	C	A
Fazer o jantar	D	B
Expedir convites	E	C
Colocar a casa em ordem	F	D
Recepcionar convidados	G	D, E
Servir o jantar	H	G

O diagrama mostra todas as relações de precedência, quando lido da esquerda para a direita.



No Diagrama de Rede, denomina-se caminho qualquer sequência de atividades que percorra do nó inicial ao nó final. No exemplo pode-se distinguir dois caminhos:

Caminho 1: A, B, D, F, G, H

Caminho 2: A, C, E, G, H

Diagrama de precedência

Facilita a visualização da ordem em que as tarefas devem ser completadas. As tarefas são representadas por círculos, unidos por retas que simbolizam a precedência.

Caminho

A duração de um caminho é a soma das durações de todas as atividades que o compõem.

3 - MÉTODO E CONCEITO DO CAMINHO CRÍTICO

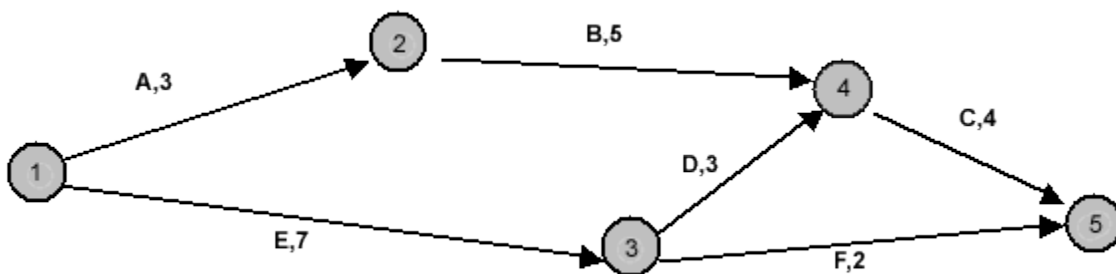
O método do caminho crítico é o conjunto de técnicas utilizadas para o planejamento e o controle de projetos. Os fatores relativos a um empreendimento são três: **Prazo, Custo e Qualidade**.

O método do caminho crítico é utilizado para gerenciar tempos e custos, permitindo também a avaliação dos níveis de recursos necessários para desenvolver um projeto.

A aplicação desse método na programação da produção ocorre toda vez que se deve programar eventos únicos e não repetitivos como, por exemplo, a programação das atividades necessárias à construção de um navio, de um transformador de grande porte, de uma turbina etc.

Atividade	Duração dias	Atividades precedentes imediatas
A	3	Nenhuma
B	5	A
C	4	B, D
D	3	E
E	7	Nenhuma
F	2	E

Nota-se que algumas atividades não podem ser iniciadas até que tarefas predecessoras tenham sido executadas. A relação entre tarefas pode ser representada por um gráfico ou rede, como na figura abaixo. Essa rede segue a convenção particular conhecida como atividade-nó-nó, que é intuitiva e menos confusa que a convenção alternativa, conhecida como atividade-na-seta.



O ponto principal do conceito de caminho crítico está no fato de que o projeto não pode ser completado mais rapidamente do que o caminho de maior duração, entre o início e o fim do projeto.

Analisando a rede acima, verifica-se que o caminho mais longo, do início ao final, demarca o caminho **E-D-C**, total de 14 dias. É denominado **caminho crítico**, pois qualquer atraso das atividades ao longo deste caminho atrasa todo o projeto. Portanto é o caminho que merece a maior atenção de gerenciamento.

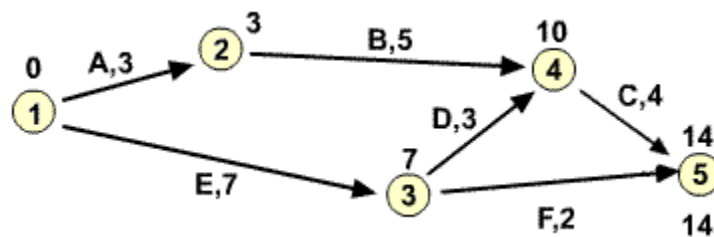
Os demais caminhos desfrutam de folgas, e alguns atrasos não comprometem o cronograma. Mas deve-se observar que, se existir uma tarefa em caminho que pertença também ao caminho crítico, seu tempo de execução deve ser respeitado para que não afete o caminho crítico. Por exemplo, o caminho A-B-C, com duração de 12 dias tem folga de 2 dias, que pode ser utilizada em A ou B, mas não em C, pois faz parte do caminho crítico. O caminho E-F tem duração de 9 dias; estando E no caminho crítico, a atividade F pode ser atrasada em 5 dias sem causar atraso no cronograma.

05

4 - ALGORITMO DO MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO - CPM

Para a apresentação do algoritmo, admite-se que cada atividade tenha uma única data. Na representação em rede, a seguir, pode-se determinar a duração do projeto das seguintes maneiras:

- **Determinação das primeiras datas de início – PDIs** - Inicialmente, determinam-se as primeiras datas de início (PDIs), ou seja, as primeiras datas em que é possível, logicamente, iniciar-se cada atividade, sempre observando as dependências entre as atividades. Para isso, por convenção, determina-se que o projeto se inicia na data zero, colocando o número 0 no nó 1, início das atividades A e E.



- Início de B
- Início de D
- Início de F
- Início de C
- **Data de término do projeto** - O término do projeto é o nó 5. Para ele convergem as dependências de C e de F. Para que o projeto termine, é preciso que as duas atividades estejam encerradas. O projeto somente se completa quando a atividade que demora mais termina. No caso, a atividade C acaba em : data de início + duração = $10 + 4 = 14$. A atividade F termina em: $7 + 2 = 9$. Portanto o projeto somente conclui na data 14, que se marca no nó 5, nó de conclusão do projeto.

Início de B

Para que a atividade B possa ser iniciada, pela dependência apresentada na rede, a atividade A deve estar terminada. Portanto, se a atividade A é iniciada na data 0 e como sua duração é 3, deve encerrar-se em $0 + 3 = 3$. Assim, a atividade B tem sua PDI em 3, que se coloca sobre o nó 2, que representa o início da atividade B.

Início de D

Para que a atividade D possa ser iniciada, pela dependência apresentada na rede, a atividade E deve estar concluída. Portanto, se a atividade E é iniciada na data 0, como sua duração é de 7 minutos, deve terminar em $0 + 7 = 7$. Consequentemente, a atividade D tem sua PDI em 7, que colocamos sobre o nó 3, que representa o início da atividade D.

Início de F

Pela dependência apresentada na rede, a atividade F só pode ser iniciada após a conclusão da atividade E. Portanto, se a atividade E começa na data 0, como a duração de 7 minutos, deve terminar em $0 + 7 = 7$. Logo, a atividade F tem sua PDI em 7, que deveria ser colocada sobre o nó 3, que também representa o início da atividade E. No caso, a PDI para esse nó já foi obtida a partir da atividade D.

Início de C

Para que a atividade C possa ser iniciada as atividades B e D devem estar concluídas, conforme dependência apresentada na rede. O término da atividade B ocorre na data: início de B + duração de B = $3 + 5 = 8$ minutos. O término da atividade D ocorre na data: início de D + duração de D = $7 + 3 = 10$ minutos. Portanto, a atividade C somente pode ser iniciada na data 10, que se marca no nó 4, início da atividade C.

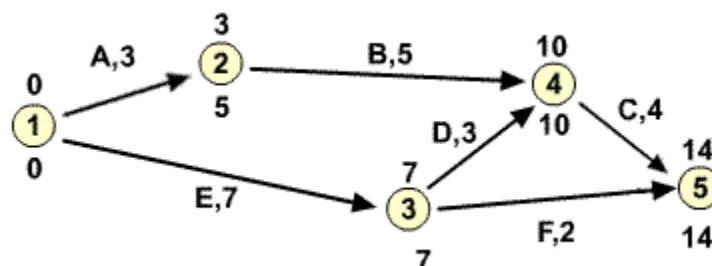
06

- **Determinação das últimas datas de início das atividades (UDIs) -**

A determinação das PDIs, não implica que todas as atividades devem ser iniciadas na data marcada, mas apenas indica que a atividade não pode ser iniciada antes daquela data. Existem atividades que devem ser iniciadas na PDI, sob pena de que a duração do projeto seja alterada. É o caso das chamadas **atividades críticas**. Mas existem aquelas que podem ter um relativo atraso em seu início. São as atividades que têm folga.

Para que se possa determinar cada um dos tipos de atividades, devem ser estabelecidas as últimas datas em que ela pode ser iniciada, sem comprometer a duração final do projeto. São as UDIs, ou as últimas datas de início de cada atividade. Para isso, marcam-se as datas do fim para o começo da rede, a partir da pergunta: qual seria a última data possível para o início da atividade, sem que a duração do projeto fosse alterada?

Inicialmente, coloca-se embaixo do nó 5 a UDI = 14. Para esse nó, convergem as atividades C e F. Prossegue-se, então, para as demais atividades.



- UDI no nó 4
- UDI no nó 3
- UDI no nó 2
- UDI no nó 1

UDI no nó 4

Qual é a última data possível para iniciar a atividade C, de forma a não alterar a duração do projeto?

UDI = (UDI do nó 5) – duração de C = $14 - 4 = 10$.

UDI no nó 3

Desse nó se originam as atividades D e F. Qual é a última data possível para iniciar as atividades D e F, de forma a não alterar a duração do projeto? Deve-se analisar cada atividade separadamente:

UDI para D: $10 - 3 = 7$

UDI para F: $14 - 2 = 12$

A data escolhida deve satisfazer a D e a F. Dessa forma, se fosse escolhida a data 12, tanto a atividade D quanto a F poderiam ser iniciadas na data 12. Por outro lado, se a atividade D iniciasse em 12, considerando-se que ela dura 3 e, após D, há a atividade C, que dura 4, resultaria que o projeto somente terminaria na data 19, contrariando a data de término 14. Logo, a data que deve ser colocada no nó é a data 7, que atende às atividades D e F.

UDI no nó 2

Qual é a última data possível para iniciar-se a atividade B, de forma a não alterar a duração do projeto? UDI = (UDI do nó 4) – duração de B = $10 - 5 = 5$

UDI no nó 1

Qual é a última data possível para serem iniciadas as atividades A e E, de forma a não alterar a duração do projeto? A análise a ser realizada é semelhante à feita para o nó 3.

Para a atividade A, a UDI é: $5 - 3 = 2$; para a atividade E, a UDI é: $7 - 7 = 0$. Portanto a UDI do nó 1 é 0.

07

Determinação do caminho crítico - Entende-se por caminho a sequência de atividades que ligam o início ao fim do projeto. No caso, o nó 1 ao nó 5. Identificando esses caminhos temos:

Caminho 1: **A->B->C**, com duração $3 + 5 + 4 = 12$

Caminho 2: **E->D->C**, com duração $7 + 3 + 4 = 14$

Caminho 3: **E->F**, com duração $7 + 2 = 9$

Caso ocorra algum atraso na duração de qualquer das atividades do caminho **E->D->C**, haverá aumento na duração do projeto. Portanto esse é o caminho que determina a duração do projeto e que é chamado de caminho crítico. As atividades que formam o caminho crítico são denominadas atividades críticas. As demais atividades, não críticas, apresentam folga em suas durações.

Elaboração do cronograma do projeto e cálculo da folga total -

A folga total - **FT**- de uma atividade é definida como sendo:

$$FT = (UDT) - (duração) - (PDI)$$

As atividades críticas têm as folgas iguais a zero.

A elaboração do cronograma é feita programando-se as atividades, a partir de sua PDI, colocando-se uma barra proporcional à sua duração e adicionando-se uma barra final, que representa a FT, caso a atividade não seja crítica. Petrônio (1998) ilustra bem o cronograma para o projeto.

	0	3	5				
A	A	FT	8	FT = 5 - 3 - 0 = 2			
B		B	FT	10	FT = 10 - 5 - 3 = 2		
C			10	C	14	Crítica	
D		7	D	10	Crítica		
E	E	7	Crítica				
F		7	9	FT	14	FT = 14 - 2 - 7 = 5	

As folgas do cronograma indicam que cada atividade pode, separadamente, atrasar até aquela data terminal. Mas, por exemplo, se atividade **A** tiver seu término na data 5, utilizando toda folga da atividade, automaticamente a folga da atividade **B** desaparecerá, pois **B** somente poderia ser iniciada na data 5, e caso não terminasse até a data 10 o projeto atrasaria.

08**RESUMO**

O projeto é concebido como um conjunto de tarefas sequenciadas, que recebem o nome de atividades. No método do caminho crítico, a estimativa do tempo de duração de cada atividade é determinística, isto é, única.

Uma das mais conhecidas técnicas para planejar e coordenar projetos em grande escala é o Método do Caminho Crítico. É técnica especialmente útil, em situações nas quais os gerentes têm responsabilidade pelo planejamento, programação e controle de grandes projetos contendo muitas atividades, levadas a cabo por diferentes pessoas, de diferentes habilidades.

Qualquer sequência de atividades que leve do nó inicial ao nó final em Diagrama de Rede é chamada de *caminho*. O caminho com o tempo (duração de todas as atividades que o compõem) mais longo é chamado de *caminho crítico* e condiciona a duração do projeto. Qualquer atraso, em qualquer atividade do caminho crítico, determina atraso correspondente no projeto.

UNIDADE 4 – TEMAS DA PRODUÇÃO QUE ENVOLVEM DECISÕES OPERACIONAIS

MÓDULO 2 – PLANEJAMENTO DE NECESSIDADES DE MATERIAL

01

1 - SISTEMAS DE ESTOQUES

Nos últimos anos, os sistemas de planejamento de necessidades de material vêm substituindo o sistema de estoques reativos em várias empresas. Os sistemas reativos são mais fáceis de gerenciar em vários aspectos, mas apresentam sérias desvantagens: altos custos de estoque e entregas comprometidas.



Sistema de estoques reativos

Nos sistemas reativos, a gestão de estoques requer a abordagem de reposição: à medida que o item é usado, ele é repostado para se ter sempre material à mão, para atender os consumidores. É fundamental conhecer, pelo menos, uma estimativa da demanda futura, para que se possa dizer o momento de reposição e também a quantidade a adquirir ou fabricar para o estoque.

02

O novo sistema de planejamento é mais complexo de gerenciar, mas oferece vantagens, como a redução dos estoques e seus custos associados, pois condieria apenas os itens e componentes necessários.

O planejamento com antecedência, para que todos os materiais estejam à disposição, quando forem exigidos no desenvolvimento de um produto, proporciona:

- a) redução dos atrasos no processamento dos pedidos;
- b) tarefas realizadas dentro do prazo;
- c) promessas de entrega de pedidos mantidas e,
- d) os prazos para início da produção encurtados.

No entanto, a melhora no atendimento ao cliente e outras vantagens exigem um sistema de informações precisas sobre os estoques e o desenvolvimento do produto, bem como um esquema base de produção realista, conhecido como Plano Mestre de Produção – PMP. Isso irá definir quando estarão prontas as quantidades pretendidas de produtos finais. Para tanto, exige-se disciplina e compromisso dos programadores do esquema, dos supervisores, gerentes e empregados do centro de trabalho para que o sistema possa funcionar fundamentando-se na honestidade, precisão e confiabilidade. Quando ocorrerem discrepâncias entre o desenvolvimento planejado e o progresso real das tarefas, o sistema deve sofrer reajuste para que os planos se concretizem.

2 - DEPENDÊNCIA DA DEMANDA

A dependência da demanda é uma consideração importante ao se escolher entre o sistema reativo e o de planejamento. Ela estabelece o grau no qual a demanda, para determinado item, é associada à de outro. Assim, como a demanda por um produto final é conhecida, pode-se calcular quantos dos seus subcomponentes serão necessários, pois sua demanda é diretamente dependente e essencial para o item final.

No passado, a indústria utilizava sistemas de controle de estoque reativos; ignorava a distinção entre demanda dependente e demandas independentes. Planejando o sistema de estoque pelo sistema MRP - sigla de *Material Requirements Planning*, ou Planejamento das Necessidades de Materiais - não é preciso fazer grandes estoques de segurança para os itens de demanda dependente. Isso porque se sabe quantos itens serão necessários, sem necessidade de acumular excessivos estoques cíclicos de itens de demanda dependente, em relação aos itens que poderão vir a ser realmente necessários. O sistema MRP usa informações precisas sobre os componentes

Demandas independentes

Itens de demandas independentes são bens cuja demanda não depende de nenhum outro item; ou seja, vinculam-se às condições de mercado, fora do controle imediato da empresa. Por exemplo, a demanda do item “pão de hambúrguer”, por exemplo, é uma demanda independente num supermercado, pois a demanda do item “pão de hambúrguer” depende prioritariamente de fatores aleatórios relacionados ao mercado consumidor.

Os itens de demandas dependentes, por outro lado, são aqueles cuja demanda depende da demanda de outro item de estoque do sistema de produção. O item “pão de hambúrguer” em uma lanchonete é um item de demanda dependente, pois depende diretamente da demanda de sanduíches onde ele é utilizado.

3 – MRP PLANEJAMENTO DAS NECESSIDADES DE MATERIAIS

A sigla MRP é bastante difundida entre o pessoal que direta ou indiretamente lida com os processos produtivos. MRP é a sigla de "*material requirement planning*" que pode ser traduzida por planejamento das necessidades de materiais. O MRP surgiu da necessidade de se planejar o atendimento da demanda dependente, isto é, aquela que decorre da demanda independente. O MRP é uma técnica para converter a previsão de demanda de um item de demanda independente em uma programação das necessidades das partes componentes do item. A partir da data e da quantidade em que o produto final é necessário, obtém-se as datas e as quantidades em que suas partes componentes são necessárias. Dá-se o nome de “explosão” a essa desagregação do produto em suas partes componentes.

Inicialmente, o MRP pode ser visto como uma técnica para programar a produção de itens de demanda dependente, já que determina quanto deve ser adquirido de cada item e em que data o item deve estar disponível. Em segundo lugar, pode ser visto como um sistema de controle de estoques de itens de

demanda dependente. Nesse sentido, ele é um sistema proativo, dado que evita a manutenção de estoques, a não ser aqueles destinados a eventualidades (estoque reserva). As quantidades dos itens, que serão necessárias à produção, são adquiridas (compradas, montadas ou fabricadas) apenas numa data tal que estejam disponíveis no momento certo de serem usadas na produção. Nos sistemas de controle de estoque para demanda independente, as ações são tomadas com base em uma data ou numa quantidade remanescente; esses sistemas são reativos, exigindo a manutenção permanente de estoques.

05

São objetivos do **MRP**:

Redução de estoques - O MRP determina a quantidade necessária de um componente e quando ela será necessária para se atender ao esquema base, evitando os custos com excesso de estoques.

Redução nos tempos de produção e entrega - O MRP identifica:

- as quantidades de material e os componentes (coordenando os estoques);
- o tempo para se fazer a entrega;
- as disponibilidades e a obtenção, de componentes e
- as providências da produção, exigidas para se atingirem os prazos de entrega.

Coordenando os estoques, a obtenção dos componentes e decisões de produção, o MRP ajuda a evitar atrasos na produção; prioriza as atividades de produção, estabelecendo as datas de entrega nos pedidos de trabalho dos clientes.

Compromissos realistas - Usando-se o MRP, a produção pode dar ao *marketing* informações dentro dos prazos, sobre as datas prováveis de entrega de pedidos a clientes em potencial. Isso aumenta a satisfação da clientela cumprindo datas prometidas. Novos pedidos podem ser acrescentados ao sistema, podendo mostrar ao gerente como a nova carga total pode ser trabalhada com a capacidade existente. O resultado pode acenar com data de entrega mais realista.

Aumento da eficiência - O MRP faz uma coordenação estreita entre diversos centros de trabalho, à medida que há um desenvolvimento nos produtos, em todos eles. Em consequência, a produção pode continuar com número menor de pessoal indireto, como por exemplo, os expedidores de material também reduzem as interrupções não planejadas, pois o enfoque do MRP é ter todos os componentes à disposição dentro dos prazos programados.

06

4 - COMPONENTES DO SISTEMA MRP

Na própria concepção do MRP, fica fácil distinguirmos os insumos fundamentais, sem os quais o sistema não pode operar. O MRP, a partir da programação da produção de produtos finais (de demanda independente, portanto), determina a programação de compra, a fabricação ou montagem de suas partes componentes.

As perguntas fundamentais que o MRP deve responder são:

- que partes componentes são necessárias para atender à demanda de produtos finais?
- que quantidades dessas partes são exigidas?
- quando se precisam dessas partes?

Para responder às perguntas acima, alinham-se, como essenciais, os seguintes insumos:

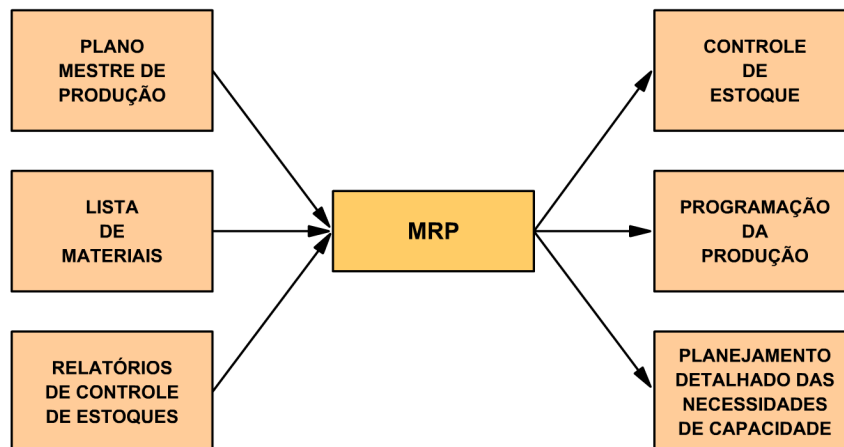
- O plano Mestre de Produção.
- A Lista de Materiais - BOM (Bill Of Material).
- Os relatórios de controle de estoques.

07

Como resultados principais de sua operação, o sistema MRP fornece:

- o controle de estoques dos componentes;
- a programação da produção em curto prazo, para tais componentes;
- o planejamento das necessidades de capacidade, em nível de detalhamento maior do que o oferecido pelo planejamento agregado.

A figura a seguir, mostra os insumos e os resultados associados à operação do sistema MRP.



Detalha-se um pouco mais o papel de cada insumo apresentado.

Planejamento agregado

Planejamento agregado é o processo de balanceamento da produção, com a demanda, projetada para horizontes de tempo, em geral de 6 a 13 meses.

08

Plano Mestre de Produção – O PMP estabelece quais produtos serão feitos e em que datas. Além da demanda determinada com auxílio de previsão, o PMP também incorpora demanda de outras fontes: carteira de pedidos de clientes, necessidades de estoques de segurança, demanda de armazéns de distribuição, etc. O horizonte de tempo coberto por um PMP é variável, indo de poucas semanas até 6 meses ou mesmo um ano. Nesse ponto, é bom frisar que o horizonte de tempo de um PMP deve cobrir todos os tempos de espera envolvidos na produção do item. Por exemplo, imagine-se um produto cuja produção abranja as seguintes fases:

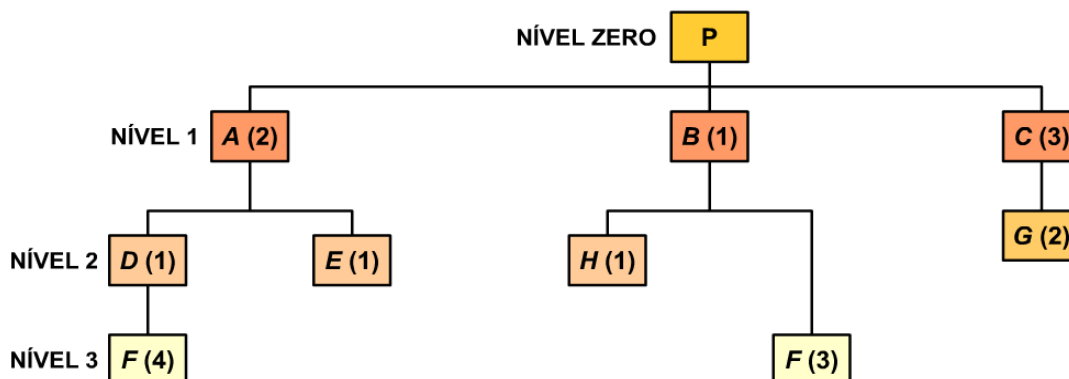
	Tempo de espera
Compra de matérias-primas	2 semanas
Fabricação interna de componetes	3 semanas
Submontagens	1 semana
Montagem final	1 semana
TOTAL	7 semanas

No caso, o PMP deve cobrir pelo menos 7 semanas, a fim de tornar possível trabalhar com o sistema MRP. Sem estoques de matérias-primas, componentes e submontagens, o menor prazo para se obter o produto final será de 7 semanas, fazendo-se hoje o pedido de compra das matérias-primas.

O Plano Mestre da Produção, portanto, é fundamental para que o MRP possa determinar quanto de cada parte ou componente deve ser adquirido e quando programar a produção. Eleito o produto final, as partes constituintes são dadas pela “lista de materiais”.

09

Lista de materiais - A Lista de Materiais de um produto final é a linha estruturada de todos os componentes desse produto. Ela mostra a relação hierárquica entre o produto e os componentes – o quanto de cada componente é preciso para se ter uma unidade do produto. Uma forma de visualizar essa relação hierárquica é a árvore de estrutura do produto, que aparece na ilustração abaixo.



A árvore é dividida em níveis hierárquicos, numerada de forma crescente quanto maior for a desagregação. Assim, o nível 0 (zero) corresponde ao próprio produto final; o nível 1, aos agrupamentos primários de componentes que, combinados, fornecem diretamente o produto final; o nível 2, aos agrupamentos secundários de componentes que formam os agrupamentos primários e assim por diante. Para cada um dos componentes ou agrupamentos de componentes, o número que aparece entre parênteses na figura acima representa quantas unidades são necessárias para formar unidade do agrupamento imediatamente superior. Vê-se, então, que para uma unidade P (produto final) são necessárias duas unidades de A, uma de B e três de C; por sua vez, para uma unidade de A, são necessárias uma unidade de D e uma de E, e assim por diante.

Exemplo: Levando em conta a árvore de estrutura do produto apresentada, determinar quantas unidades de cada componente final são necessárias para se obter 200 unidades do produto final P. Solução

10

Solução

No subconjunto D:

Tem-se, para os subconjuntos A, B e C:
1 unidade de P corresponde a

- 2 unidades de A; logo, 200 unidades de P correspondem a $200 \times 2 = 400$ unidades de A;
- 1 unidade de B; logo 200 unidades de P correspondem a $200 \times 1 = 200$ unidades de B;
- 3 unidades de C; logo, 200 unidades e P correspondem a $200 \times 3 = 600$ unidades de C.

Para

1 unidade de A corresponde a 1 unidade de D; logo, 400 unidades de A correspondem a $400 \times 1 = 400$ unidades de D.

Para os componentes E, F, G e H:

1 unidade de A corresponde a 1 unidade de E; logo, 400 unidades de A correspondem a $400 \times 1 = 400$ unidades de E;

1 unidade de D corresponde a 4 unidades de F; logo, 400 unidades de D correspondem a $400 \times 4 = 1600$ unidades de F;

1 unidade de B corresponde a 1 unidade de H; logo, 200 unidades de B correspondem a $200 \times 1 = 200$ unidades de H;

1 unidade de B corresponde a 3 unidades de F; logo, 200 unidades de B correspondem a $200 \times 3 = 600$ unidades de F;

1 unidade de C corresponde a 2 unidades de G; logo, 600 unidades de C correspondem a $600 \times 2 = 1200$ unidades de G.

A consolidação dos resultados é imediata, pois apenas o componente F aparece em dois subconjuntos:

A: 400 unidades; B: 200 unidades; C: 600 unidades; D: 400 unidades; E: 400 unidades; F: 2200 unidades; G: 1200 unidades; H: 200 unidades.

11

Relatórios de controle de estoque: O último insumo básico de que se vale o sistema MRP são os relatórios de controle de estoques. Cada item ou componente da Lista de Materiais deve ter seu estoque rigorosamente controlado, de forma que, estabelecida uma certa quantidade necessária, saiba-se exatamente quanto se precisa adquirir desse item. Tipicamente, esse controle pode incluir, por exemplo:

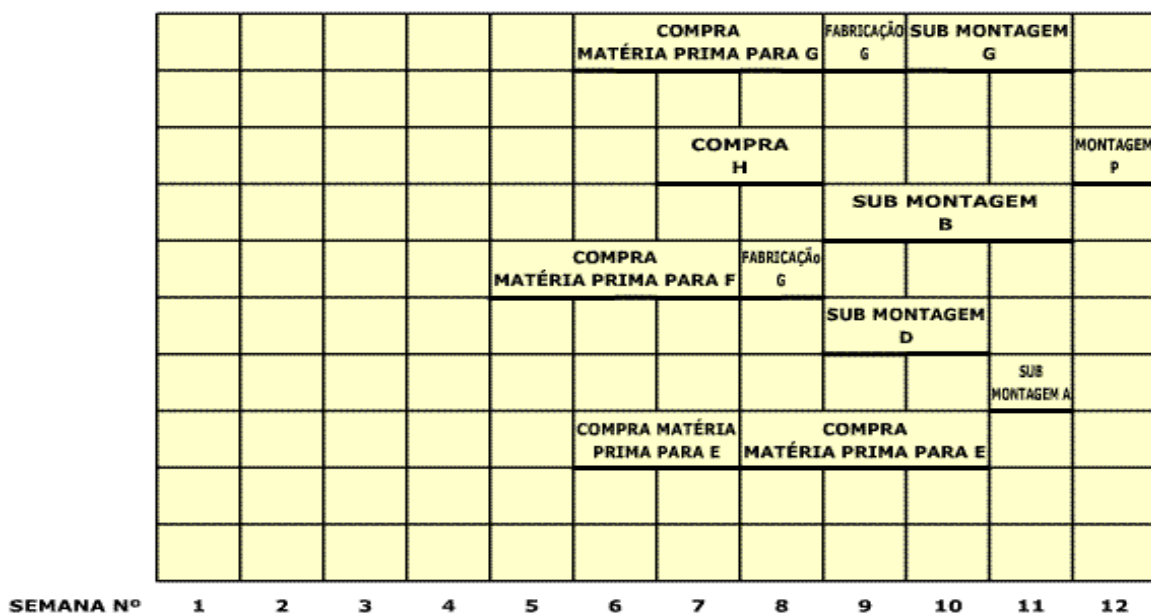
- o código de identificação do componente;
- a quantidade atual em estoque;
- as quantidades eventualmente já encomendadas;
- o tempo de espera;
- o tamanho do lote de compra, fabricação ou montagem etc.

A cada nova transação, o sistema de controle deve ser hábil para se atualizar, qualidade, essa, importante para o bom funcionamento do MRP.

12

5 - DINÂMICA DE PROCESSAMENTO DO MRP

A dinâmica de processamento no MRP parte da quantidade desejada de um produto final numa data especificada, com informações fornecidas pelo Plano Mestre de Produção. A partir daí, faz-se a “explosão” do produto nas necessidades dos componentes, com a devida defasagem de tempo. Recordando a árvore de estrutura do produto, os subconjuntos e componentes do nível 1 devem estar disponíveis antes da data em que o produto deve estar pronto; para se saber quanto significa antes, é preciso conhecer o tempo que leva para montar os subconjuntos e conjuntos do nível 1 para se chegar ao produto final. O que acabamos de dizer é ilustrado pelo diagrama de montagem no tempo da figura, a seguir, referente ao Produto P.



No diagrama várias suposições podem ser feitas:

- refere-se à data em que o produto P deverá estar pronto, qual seja, ao final da semana 12;
- supõem-se verdadeiros, também, todos os elementos da figura anterior que especificam que componentes são fabricados ou comprados, bem como os tempos de espera para sua obtenção.

13

Exemplificando: como a montagem final demora uma semana, ela deve começar ao início da semana 12 (ou final da semana 11). Nessa data, deverão estar disponíveis os subconjuntos A, B e C. Focalizando o subconjunto B, verifica-se que sua montagem deve começar no início da semana 9 (ao final da semana 8), já que ela tomará três semanas. Ao final da semana 8, então, deverão estar disponíveis os componentes B e F. Como o componente H, após a compra, demora duas semanas para ser entregue, a Ordem de Compra deve ser colocada no fornecedor ao final da semana 6 (o início da semana 7). Por sua vez, o componente F é fabricado internamente, com o tempo de espera de uma semana; a Ordem de Fabricação deverá ser emitida ao final da semana 7 (ou início da semana 8). Finalmente, a matéria-prima para fabricar o componente F demora três semanas para ser entregue, motivo pelo qual sua Ordem de Compra deve ser colocada ao final da semana 4 (ou início da semana 5). O mesmo raciocínio de caminhar “de frente para trás” vale para os outros subconjuntos (A e C).

Ao “explodir” o produto em seus componentes, usando as informações do Plano Mestre de Produção e da Lista de Materiais, o que se obtém são as Necessidades Brutas de cada componente. Eventualmente, poderá haver algum estoque remanescente ou mesmo algum pedido anteriormente encaminhado que gere algum recebimento programado de material. Após obter as Necessidades Brutas, o MRP calcula as Necessidades Líquidas, descontando o estoque já disponível em mãos e os recebimentos programados:

$$NL = NB - ED - RP$$

onde

NL = Necessidades Líquidas.

NB = Necessidades Brutas.

ED = Estoque Disponível.

RP = Recebimentos Programados.

Embora a igualdade não deixe provisão alguma para os estoques de segurança, se convenientes, é claro que eles podem somar-se originalmente às Necessidades Brutas.

14

Uma Liberação de Ordem (de compra, fabricação ou montagem) deve considerar a quantidade de componente a ser explodida numa data, tal que ele deverá estar disponível exatamente no momento em que seja necessário. Não há obrigatoriedade de que a quantidade do item constante da ordem de compra, fabricação ou montagem seja exatamente igual às Necessidades Líquidas.

A programação fornecida pelo MRP geralmente traz as seguintes informações, item por item:

- uma escala de tempos, geralmente semanal;
- a identificação do item;
- as necessidades brutas e suas datas;
- o estoque disponível;
- os recebimentos programados e suas datas;
- as necessidades líquidas e suas datas;
- as datas e quantidades de cada liberação de ordem.

Visualmente, no exemplo, que se segue, é possível colocar as informações acima numa tabela como a seguinte:

Item	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades brutas												
Estoque disponível												
Recebimentos programados												
Necessidades líquidas												
Liberação de ordem												

A tabela acima apresenta as informações mais relevantes que foram apresentadas: o Estoque Disponível e os Recebimentos Programados são subtraídos das Necessidades Brutas, gerando Necessidades Líquidas; a linha Liberação de Ordem mostrará, ao mesmo tempo, a quantidade a pedir e a data em que a ordem deverá ser expedida.

Exemplo

15

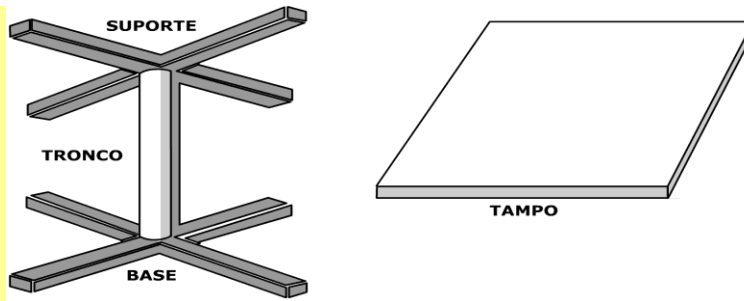
Exemplo

Para produção de certa mesa de cozinha, é conhecida a demanda (Necessidades Brutas) para as próximas 12 Semanas, que é de 100 unidades, prevendo-se uma entrega de 40 unidades ao início da Semana 5 e outra 60 unidades ao início da Semana 11, segundo a tabela abaixo:

Item: mesa de cozinha

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas					40						60	

A mesa é composta por um tampo, um tronco e oito suportes idênticos; quatro suportes acoplam-se à parte superior do tronco, para que o tampo se ajuste, ao passo que os outros quatro acoplam-se à parte inferior, para o devido apoio da mesa no solo:



16

São conhecidos, ainda, os seguintes tempos de espera e estoques remanescentes:

Item	Operação	Tempo de espera	Estoque remanescente
Mesa	montagem	1 semana	5 unidades
Tampo	fabricação	1 semana	15 unidades
Tronco	fabricação	2 semanas	12 unidades
Suportes	fabricação	1 semana	90 unidades

Pede-se:

- (a) desenvolver um diagrama de montagem no tempo;
- (b) preencher uma tabela MRP para cada um dos itens: mesa, tampo, tronco e suportes, assumindo que as quantidades requisitadas são exatamente iguais às Necessidades Líquidas.

Solução

(a) diagrama de montagem

O diagrama de montagem no tempo, mostrado a seguir, considera as sequências operacionais e os tempos de espera respectivos:



17

Tomando por base a Semana 5, para que a mesa esteja pronta no início dessa semana, é necessário que comece a ser montada no início da Semana 4 (uma semana para a montagem). Como os suportes e o tampo têm prazo de espera de uma semana, sua fabricação deve ser iniciada ao início da Semana 3; o tronco, porém, por ter tempo de espera de duas semanas, deve ter iniciada sua fabricação no início da semana 2.

(b) **montagem da tabela MRP** para a mesa e seus componentes.

Na montagem das tabelas, começa-se pelo produto final (mesa) e, de posse das Necessidades Líquidas de mesas montadas; calculam-se as Necessidades Líquidas de mesas montadas, são calculadas as Necessidades Líquidas dos componentes. Cada mesa necessitará de um tampo, um tronco e oito suportes. Como a montagem das mesas requer uma semana, todos esses componentes deverão estar disponíveis uma semana antes da entrega das mesas. Adiante são apresentadas as tabelas para todos os itens:

Item: Mesa

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades brutas					40						60	
Estoque disponível					5						0	
Recebimentos programados					0						0	
Necessidades líquidas					35						60	
Liberação de ordem				35						60		

18

Item: Tampo

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades brutas				35						60		
Estoque disponível				15						0		
Recebimentos programados				0						0		
Necessidades líquidas				20						60		
Liberação de ordem			20						60			

Item: Tronco

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades brutas				35						60		
Estoque disponível				12						0		
Recebimentos programados				0						0		
Necessidades líquidas				23						60		
Liberação de ordem		23						60				

Item: Suportes

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades brutas				280						480		
Estoque disponível				90						0		
Recebimentos programados				0						0		
Necessidades líquidas				190						480		
Liberação de ordem			190						480			

19

Levando-se em conta apenas a parte esquerda das tabelas, ou os valores correspondentes às Necessidades Brutas de 40 mesas na Semana 5, têm-se as seguintes explicações para a construção das tabelas:

Mesa: as Necessidades Brutas são de 40 mesas, na Semana 5; no entanto, há um Estoque Disponível de 5 mesas, o que reduz as Necessidades Líquidas a 35 mesas. A Liberação de Ordem para montagem dessas 35 mesas é feita na Semana 4, por causa do tempo de espera de uma semana.

Tampo: Cada mesa corresponde a um tampo; sendo 35 as Necessidades Líquidas das mesas, isso corresponde também a 35 tampos (Necessidades Brutas) colocadas na Semana 4. Como existe um Estoque Disponível de 15 tampos, as Necessidades Líquidas reduzem-se a 20 tampos. A Liberação de Ordem para eles deve ser colocada na Semana 2, em virtude do tempo de espera para fabricação, de uma semana.

Tronco: Cada mesa corresponde a um tronco, motivo pelo qual as Necessidades Brutas de Tronco são de 35. Existindo um Estoque Disponível de 12 troncos, as Necessidades Líquidas são de 23 troncos. A Liberação de Ordem para os tampos deve ser colocada na Semana 2, em razão do tempo de espera para fabricação, de 2 semanas.

Suportes: Cada mesa corresponde a 8 suportes; considerando-se as Necessidades Brutas conhecidas, chega-se a $8 \times 35 = 280$ suportes. Havendo o Estoque Disponível de 90 suportes, as Necessidades Líquidas reduzem-se a 190 suportes. A Liberação de Ordem é colocada na Semana 3, por causa do tempo de espera de uma semana.

20

6 - LIMITAÇÕES E VANTAGENS DO MRP

Para a implantação do MRP são necessários: um computador, uma estrutura de produto orientada para montagem, uma lista de materiais e informações de estoque que devem ser montadas e computadorizadas; deve-se elaborar também um esquema base válido. É necessário ter dados confiáveis sobre estoques e transações da fábrica, pois do contrário pode-se arruinar um sistema MRP bem planejado. Um pessoal treinado para manter registros precisos é fundamental para implantação bem sucedida do MRP.

A natureza dinâmica do sistema MRP é uma vantagem fundamental. Uma vez que o sistema de dados de produção e estoque é computadorizado, a gerência pode rodar novamente o novo MRP para revisar os planos de produção e obtenção dos itens que reagem rapidamente à mudança nas demandas dos clientes conforme refletido no programa base.

21

Em 1979, foram apresentados os resultados preliminares de um estudo a respeito do MRP. Alguns gerentes de controle de estoque e produção industrial, consultados, relataram problemas para a implantação do MRP na empresa, falta de conhecimentos na empresa, e apoio inadequado do pessoal de marketing e de fabricação. Tudo isso foi visto como mais importante e mais grave do que os problemas de computadores - hardware e software. Identificou-se, ainda, que o maior problema na implantação era a educação do pessoal e apoio da gerência de alto nível.

Os gerentes de produção e estoque acharam que as informações menos precisas de que dispunham eram sobre a capacidade, planejamento de capacidade, previsões de mercado e controle da fábrica. As informações mais precisas eram as de registros de listas de materiais, seguidas de esquema base de produção e registro de estoque.

As maiores vantagens identificadas com a adoção do MRP formam o maior giro de estoque, menor tempo de entrega, promessas de entrega cumpridas, menores ajustes na produção interna para compensar a não disponibilidade de material e menos expedidores de material.

Finalmente, fica evidenciado que a partir dos resultados da análise, o MRP constitui melhora em relação aos sistemas anteriores de planejamento e controle da produção, para muitos usuários. As suas aplicações vêm crescendo, à medida que gerentes de operações continuam a desenvolver melhores métodos para gerenciamento de material.

22

RESUMO

O planejamento de necessidades de material (MRP) foi apresentado como um sistema de informações que permite, aos gerentes, a melhora da eficiência das operações, o encurtamento do tempo de entrega aos clientes, e a redução dos níveis de estoques em muitas organizações hoje em dia. Foi estudado que

o MRP é aplicável em ambientes nos quais itens finais são produzidos a partir de vários componentes de demanda dependentes, montagem e materiais com uma sequência conhecida e estável de formação do produto. Com a informação obtida por meio de listas de materiais, arquivos de situações de estoque e plano mestre de produção, a lógica de processamento do MRP fornece planos com base em fases de tempo, para a obtenção e utilização de materiais. Para cada componente na estrutura do produto, o sistema MRP mostra atividades atuais e planejadas para cada período no horizonte de planejamento.

O MRP é útil, especialmente em operações complexas nas quais novos pedidos de clientes chegam para uma variedade de produtos e em que pedidos de lojas para vários componentes estejam em estágios diferentes de acabamento. Essas inúmeras transações são acomodadas pela atualização periódica do sistema, com dados precisos sobre a situação da fábrica. Os procedimentos do MRP, como fixação de preços, contagem de ciclos, e projeções de tempo ajudam a estabilizar o ambiente de produção dinâmico, traçam os componentes que são afetados pela mudança, garantem que a disponibilidade de material coincida com as necessidades planejadas, e congelam o plano de produção de curto prazo, de forma que fiquem mais previsíveis os programas eminentes da fábrica.

UNIDADE 4 – TEMAS DA PRODUÇÃO QUE ENVOLVEM DECISÕES OPERACIONAIS

MÓDULO 3 – ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE

01

1 - PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE

Produtividade é um dos conceitos mais importantes dos anos atuais. Junto com a qualidade, forma o binômio responsável pelo que há de mais eficaz para dar competitividade à empresa. Sobre esse binômio, o Japão erigiu todo seu enorme sucesso industrial, a partir da década de 1950.

A produtividade é medida nos níveis da:

**Operação,
Fábrica,
Empresa,
Nação.**

Produção é o resultado da aplicação de recursos produtivos (capital, trabalho e materiais) com alguma forma de administração. É obtenção de qualquer elemento considerado como objetivo da empresa (peças, automóveis, geladeiras, projetos, planos, artigos redigidos, livros publicados, ideias para uma campanha de marketing etc.)

A quantidade de trabalho executado numa unidade de tempo, como peças/hora, toneladas/hora, automóveis/ano etc. é definido como medida da produção.

Produtividade é a capacidade de produzir ou o estado em que se dá a produção.

Essa capacidade é medida pela relação entre os resultados da produção efetivada e os recursos produtivos aplicados a ela (ou produção/recursos) como peças/hora-máquina, toneladas produzidas/homem-hora, quilograma fundidos/quilowatt-hora etc.

A produtividade é medida para cada recurso, isoladamente, para se avaliar o comportamento e o desempenho de cada um.

Produtividade da operação - Operação é o nome dado ao trabalho do operário ou da máquina, como o torneamento de uma peça ou assentamento de tijolos.

Podemos definir produtividade da operação por meio de um quadro demonstrativo de cálculo de produção e de produtividade.

Situação	Produção	Produtividade
1) Um operário, utilizando uma máquina, produz, em uma hora, 10 peças.	10 peças/hora	10 peças/homem-hora 10 peças/hora-máquina
2) Dois operários, trabalhando em duas máquinas, produzem, em 1 hora, 20 peças	20 peças/ hora	10 peças/ homem-hora 10 peças/hora-máquina
3) Melhorando o método de trabalho, um homem opera duas máquinas e produz, em 1 hora, 20 peças	20 peças/hora	20 peças/homem-hora 10 peças/hora-máquina

Duas conclusões importantes podem ser retiradas do quadro:

- Para aumentar a produção, basta aumentar os recursos produtivos – comparando as duas primeiras situações do quadro, verifica-se que, na segunda, o aumento dos recursos acarretou o aumento proporcional da produção.
- O aumento da produtividade requer outros tipos de mudança, como, por exemplo, na terceira situação, em que o aperfeiçoamento do método de trabalho permitiu obter a mesma produção da segunda situação, com a redução de mão de obra, o que aumentou a produtividade.

A relação percentual entre a produção realmente realizada e a produção padrão (aquela que deveria ter sido realizada) é definida como eficiência. Eficiência é também a relação percentual entre o tempo padrão (o tempo que deveria ter sido consumido) e o tempo realmente consumido.

03

2 - PRODUTIVIDADE NA FÁBRICA, NA EMPRESA E NA NAÇÃO

A produtividade da fábrica é a relação entre o resultado da produção e o total de cada recurso produtivo aplicado. É medida para cada recurso isoladamente, para avaliar o comportamento e o desempenho de cada um. O recurso mais usual é a quantidade de operários. Como as máquinas são de tipos muito diversificados, raramente são utilizadas na medida de produtividade.

O conceito de produtividade da fábrica agrega também variáveis que estão fora da operação, como:

- o aproveitamento dos materiais (medido pelos índices de rejeição, de sucata, de retrabalho),
- a administração do estoque (de matéria-prima, componente, material em processamento, produto),
- a movimentação de materiais etc.

Na empresa, a produtividade é definida como a relação entre o faturamento e os custos respectivos.

Segundo Falconi (1989), “a definição de produtividade, como o quociente entre o faturamento e os custos tem a grande vantagem de incluir todos os fatores internos da empresa (taxa de consumo de materiais, taxa de consumo de energia, taxa de utilização de informação etc.) e, também, incluir o cliente como fator decisivo de produtividade. Se o cliente não quiser comprar, por maior que seja a eficiência da empresa, a produtividade cairá. A definição de produtividade como taxa de valor agregado serve para qualquer instituição, empresa de serviços, hospitais, hotéis, prefeituras etc.”

Taxa de valor agregado = $\frac{\text{Faturamento (R\$)}}{\text{Custos (R\$)}} = \text{Produtividade}$

04

A vantagem de aferir a produtividade, dessa forma, é obter uma medida global, e apenas uma, do desempenho da empresa como um todo. Caso fosse utilizada a tradicional relação produção/recursos, haveria a medida de produtividade para cada recurso. O uso de valores financeiros para quantificar a relação produção/recursos permite somar recursos díspares como funcionários de diversas especializações, máquinas diferentes, materiais auxiliares, matéria-prima, etc., propiciando assim uma única medida para a produtividade global da empresa.

O conceito de produtividade da empresa agrega também variáveis externas à fábrica, como a logística de distribuição de produtos, a quantidade do projeto e o valor que o comprador atribui ao produto, a eficiência das áreas de marketing, vendas, finanças, pessoal, manutenção etc.

05

Produtividade da Nação - Produtividade da nação é a renda *per capita*. O único meio de aumentar a renda *per capita* de uma nação é aumentar a produtividade. Isso porque ambas têm a mesma expressão matemática: produção realizada por um homem em uma unidade de tempo. Veja a expressão matemática: produção realizada por um homem em uma unidade de tempo.

$$\text{produtividade} = \frac{\text{quantidade produzida}}{\text{homem-hora}}$$

$$\text{renda per capita} = \frac{\text{produção do país (R\$)}}{\text{ano}} = \frac{\text{produto interno bruto (PIB)}}{\text{população}}$$

Observe que a renda *per capita* só aumentará se a média da produtividade de toda a população aumentar (está implícito que a produção total – o produto, na linguagem econômica – precisa aumentar). Por essa razão, é dever de todos os cidadãos procurar aumentar a produtividade do trabalho, obtendo assim o crescimento da renda per capita do país, o que reverterá em melhores condições de vida para a população.

06

O aumento da produtividade pode ser conseguido: via capital e/ou via trabalho.

Pela via do **capital**, o aumento da produtividade ocorre graças à aquisição de máquinas e equipamentos mais produtivos. Uma central de usinagem comandada por controle numérico, por exemplo, substitui diversas máquinas operatrizes e diversos operários.

Pela via do **trabalho**, o aumento da produtividade é alcançado por meio de técnicas de estudo de métodos de trabalho, que conseguem levar o operário a produzir mais trabalhando menos, fatigando-se menos. A palavra trabalho é aqui empregada em sentido lato, não havendo especificação para sua extensão: um trabalho pode ser uma simples operação, como pode ser a construção de um navio.

07

3 - ESTUDO DE MÉTODOS DE TRABALHO

É o ramo do conhecimento humano relacionado com a determinação científica da melhor maneira de se trabalhar, tendo por objetivo - principal, mas não único - aumentar a produtividade.

Tal objetivo do estudo de métodos de trabalho é alcançado notadamente por:

- eliminação de todas as atividades desnecessárias ou não essenciais ao trabalho;
- aumento da eficiência do trabalho;
- eliminação da duplicidade do trabalho;
- simplificação, ao máximo, do trabalho;
- redução das paralisações (tempo de espera) das máquinas, equipamentos e mão de obra;
- diminuição dos riscos de acidentes e da fadiga no desempenho do trabalho;
- eliminação dos desperdícios (de energia, tempo, material etc.)

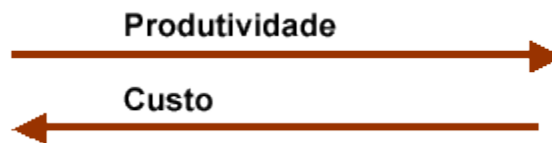
Esforço produtivo é a quantidade de recursos necessários para a produção de uma unidade de produto. É medido pela relação entre os recursos produtivos e os resultados da produção, ou recursos/produção, como horas-máquinas/peça, homens-hora/tonelada produzida etc. Nota-se que o esforço produtivo é o inverso da produtividade.

É fácil concluir que não é possível somar produtividades, pois os denominadores têm significados diferentes. Por outro lado, é possível, para determinado produto, somar o esforço produtivo das diversas operações necessárias à sua fabricação, pois seu denominador é sempre o mesmo (uma unidade de produção ou de produto). É exatamente nesse ponto que reside a importância do esforço produtivo.

08

4 - PRODUTIVIDADE, CUSTO E QUALIDADE

Como produtividade é igual a produção/recursos, maior produtividade significa que se produz mais, com os mesmos recursos, ou que mesma produção é feita com menos recursos. Portanto, em qualquer situação, o custo unitário do produto diminui.



A relação entre os custos é inversamente proporcional à relação entre produtividades, ou seja, quando se aumenta a produtividade, o custo diminui e o custo aumenta, quando a produtividade cai.

Edwards Deming – estatístico e consultor dos EUA – foi o responsável pela introdução no Japão, em 1950, do conceito binômio **qualidade e produtividade**. Naquela época, os produtos japoneses (pasmem!) era de péssima qualidade. Nas inúmeras palestras que fez, no início da década de 1950, a convite da *Japanese Union of Science and Engineering* e com o apoio do Comando Supremo das Potências Aliadas, Deming exortava tanto os empresários quanto os engenheiros e técnicos a aumentar a qualidade dos produtos para que fosse possível exportá-los, a fim de que, com as divisas advindas da exportação, o Japão pudesse importar bens, matérias-primas e até comida.

Alguns trechos, a seguir, são excertos do seu livro *Out of the Crisis* e trabalham conceitos fundamentais do binômio qualidade e produtividade.

09

"Reza o folclore que, nos Estados Unidos, qualidade e produtividade são incompatíveis, que não se pode ter ambas. Um gerente de fábrica lhe dirá que é uma coisa ou outra. Pela sua experiência, se forçar a qualidade, a produtividade diminui; se forçar a produtividade, a qualidade sofre. Raciocinará assim enquanto não souber o que é qualidade nem como alcançá-la".

Pergunta: "Porque a produtividade aumenta à medida que a qualidade melhora?"

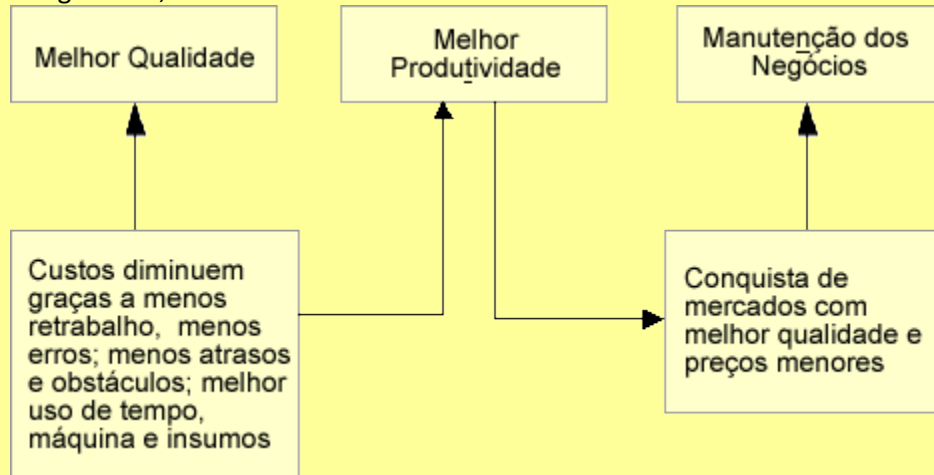
Resposta: "Menos retrabalho. Não há tanto desperdício."

"A melhoria da qualidade transfere o desperdício em homens-hora e tempo-máquina para a fabricação de um bom produto e uma melhor prestação de serviços. O resultado é uma reação em cadeia: custos mais baixos, melhor posição competitiva, pessoas mais felizes no trabalho, empregos e mais empregos".[DEMING, 1989].

Feigenbaum estima que entre 25% e 40% dos custos de fabricação da maioria dos produtos norte-americanos correspondem ao desperdício de esforço humano, de tempo-máquina e de uso não produtivo dos diversos recursos.

10

Segundo Deming [1989], a seguinte reação em cadeia, que ele denominou o "Despertar do Japão", impregnou-se como um modo de vida japonês e apareceu nos quadros-negros ou pautas de todas as reuniões de alta gerência, desde 1950:



11

O desastrosos conceito de custo da qualidade - Uma explicação clara sobre a relação entre qualidade e produtividade foi dada pelo Dr. Yoshikash Tsuda, da Universidade Rykkio, de Tóquio, que, em carta remetida de São Francisco, em 23 de março de 1980, escreveu:

"Acabo de passar um ano no hemisfério norte, viajando por 23 países, onde visitei inúmeras fábricas e conversei com muitos industriais. Na Europa e nos Estados Unidos, as pessoas estão atualmente muito interessadas no custo da qualidade e em sistemas de auditoria de qualidade. No Japão, porém, continuamos a cultivar grande interesse pela melhoria da qualidade, empregando métodos que você nos ensinou. Ao melhorarmos a qualidade, também melhoramos a produtividade, como você nos disse, em 1950, que aconteceria".

"Com isto, o Dr. Tsuda afirma que a indústria ocidental se satisfaz em melhorar a qualidade até o ponto em que os resultados financeiros perceptíveis comecem a lançar dúvida sobre o benefício econômico de melhorias ulteriores. *Como perguntou alguém: Até onde podemos reduzir a qualidade sem perder clientes?*"

"Esta pergunta comporta, em poucas palavras, uma incompreensão descomunal. Demonstra a falta de

entendimento típica da gerência nos Estados Unidos. Os japoneses, ao contrário, seguem em frente no aprimoramento do processo, sem se importarem com números. Dessa forma, aumentam a produtividade, diminuem custos e conquistam mercados."

"As empresas que buscam a qualidade têm conseguido também elevados índices de produtividade. Este fato tem sido de difícil entendimento para o empresário cujo controle da qualidade é baseado em inspeção, pois, neste caso, quanto mais severa for a **inspeção**, maior a segregação de produtos defeituosos e melhor será a qualidade, mas menor a produtividade. Como o controle de qualidade no conceito de Qualidade Total **é centrado no processo**, que é gerenciado com o objetivo de não produzir defeitos, resulta em: quanto melhor for a qualidade, maior será a produtividade". (Deming, 1989)

12

5 - PRODUTIVIDADE ESTRATÉGICA

Produtividade, devido à visão taylorista, sempre esteve associada à redução do custo da mão de obra e da máquina (já que a pressão sindical praticamente impede a redução de custo com base na redução de dos salários).

As empresas industriais foram, no decorrer deste século, aumentando a produtividade da operação e da fábrica. Muitos ramos da indústria de manufatura conseguiram, pelo aumento progressivo da produtividade, reduzir custo da mão de obra a valores inferiores a 10% do custo total.

Parecia, portanto, esgotado o interesse pelo aumento da produtividade, para as empresas de capital intensivo, com o objetivo de reduzir custo. Para os ramos de mão de obra intensiva, como fundição, nos quais os custos do trabalho são elevados, ainda há ganhos a obter via aumento da produtividade da operação.

Na verdade, o que está praticamente esgotado nas empresas de capital intensivo é o aumento da produtividade da fábrica objetivando reduzir custo. Mas, para a empresa, considerada no todo, a potencialidade na indústria brasileira é enorme.

Nas montadoras automobilísticas, por exemplo, o custo de mão de obra é inferior a 5% do custo total; ora, um aumento de 10% na produtividade fabril (que exige tempo e dinheiro - dois anos de intenso esforço dos técnicos em estudo de métodos e aquisição de novas máquinas e equipamentos) reduz a insignificante fração de 0,5% no custo total.

13

Segundo Zaccarelli [1990] a análise das empresas bem-sucedidas, notadamente as japonesas, permite concluir que há forte correlação entre produtividade e outras vantagens competitivas.

As empresas altamente produtivas têm alta qualidade no processo, recebem insumos de boa qualidade, trabalham com estoque reduzido, têm rapidez na manufatura, desfrutam de flexibilidade para trocar de produtos, são ágeis para lançar produtos.

Ou seja, operar em alta produtividade é condição para a empresa obter vantagens competitivas em prazo de entrega, variedade e novos modelos etc. É a **produtividade estratégica**.

Há, pois, forte correlação entre produtividade e competitividade. Em outras palavras, uma das condições essenciais para a empresa tornar-se competitiva é ter alta produtividade.

A **produtividade estratégica** é a capacitação somente daqueles recursos produtivos que confirmam vantagem competitiva à empresa. Significa a concentração de esforços para aumentar rápida e expressivamente a produtividade desses recursos.

A produtividade é a chave do sucesso da empresa moderna e seu aumento é muito importante.

14

Michael Porter [1990], provavelmente a maior autoridade mundial em competitividade, afirma categoricamente:

“O único conceito significativo de competitividade nacional é o de produtividade entendida como o valor da produção realizada por unidade de trabalho ou de capital. Como o principal objetivo de um país é proporcionar elevado padrão de vida para seu povo, obtê-lo depende da produtividade com a qual o trabalho e o capital nacionais são empregados”.

Produtividade é a arma mais geral de todas porque precisa sempre ser utilizada. Se a empresa for competir em preço do produto, não há dúvida, ela é a arma mais adequada, porque só com o aumento é possível reduzir o custo. Se a empresa for competir em qualquer outro campo pertencente à *diferenciação*, o custo do produto diferenciado não pode estar muito distante daquele do produto não diferenciado, pois, caso contrário, seu mercado fica muito restrito.

Redução de custos é, portanto, o grande motivador da busca de maior produtividade. Sem dúvida, é um forte motivo. Só ela já bastaria para justificar o esforço para aumentar a produtividade.

15

Benefícios advindos do aumento da produtividade - Para a grande maioria dos produtos industriais, o aumento da produtividade vem em proveito dos consumidores. Os principais benefícios advindos do aumento de produtividade são:

- redução de preço dos produtos;
- redução da jornada de trabalho e aumento do tempo de lazer;
- geração de emprego na indústria de bens de capital;
- aumento da renda *per capita* que, em média, favorece toda a sociedade.

16

6 - AUMENTO DA PRODUTIVIDADE E DESEMPREGO

A pergunta que fatalmente ocorre, quando se tem por objetivo aumentar a produtividade é: não haverá desemprego?

A pergunta tem razão de ser porque o rápido aumento de produtividade, que não possa ser acompanhado por equivalente aumento de produção, gera quase sempre demissão de operários e/ou funcionários. Disso, temos que:

- Se a economia do país está em **expansão**, o mercado se encarrega de absorver aqueles que foram demitidos, não caracterizando uma situação de desemprego. Ou seja, em pouco tempo, o recém-demitido encontra nova colocação. Essa situação é a normal, tanto que a legislação trabalhista garante benefícios no ato da demissão, de forma a proporcionar o mesmo nível de rendimento por determinado tempo.
- Mas, se a economia do país está em **recessão**, o demitido tem alta probabilidade de se transformar num desempregado.

Portanto, a resposta à pergunta inicial é: Não. O aumento da produtividade não gera desemprego. O desemprego é causado pela recessão econômica.

O passado comprova essa afirmação. Se considerarmos os últimos 250 anos, desde a Revolução Industrial, constataremos que o aumento da produtividade, em todos os setores da economia, tem sido estupendo. Se o aumento de produtividade gerasse desemprego, hoje quase toda população dos países desenvolvidos e emergentes estaria desempregada. Deve-se considerar também que crescimento excessivo da população dificulta a criação de emprego para todos.

O aumento de produtividade sempre acarreta diminuição de custo, e quase sempre há diminuição no preço de venda do produto, o que possibilita maior consumo. Para atender a esse maior consumo, a empresa tem que aumentar a produção, o que gera empregos (aumento de recursos produtivos).

17

RESUMO

Apresentamos os conceitos de produtividade, que dependem, essencialmente, do *output* e do *input* do processo produtivo.

O estudo e a avaliação da produtividade vêm recebendo atenção crescente dos empresários, pois concordam que aí está o único caminho da sobrevivência da empresa no médio e longo prazo. Entretanto, essa preocupação não é de hoje, pois a partir de 1766, quando, pela primeira vez, o economista francês François Quesnay utilizou a palavra produtividade, ela não mais saiu do vocabulário dos negócios.

Percebe-se ser necessário ter presente que, mesmo se muitos sofrem as agruras do desemprego, a sociedade como um todo pode ser beneficiada pelo aumento de produtividade, sob a forma de produtos mais baratos e de melhor qualidade. Essa é a grande justificativa moral para o aumento da produtividade, pois é regida pela irrefutável lógica de mercado ou, como afirmam alguns, por princípio democrático, pelo qual o benefício da maioria - toda população - justifica o prejuízo temporário da minoria: os desempregados.