

# 5 Planejamento Agregado da Produção & Plano Mestre da Produção

*Walther Azzolini Junior*

## Introdução

---

Atualmente o maior desafio das empresas de manufatura e de serviços é adequar o fluxo de materiais e de informações à necessidade demandada de um amplo *mix* de produtos com a capacidade de atendimento do sistema de produção e operações.

O desafio é devido a dois fatores que impactam na complexidade da função planejamento e controle da produção:

1. O aumento da variedade e a redução do ciclo de vida do *mix* de produtos;
2. E a incerteza das quantidades requeridas pelo mercado do *mix* de produtos em função do processo de inovação tecnológica dos produtos e processos de fabricação, além do aumento exponencial da concorrência para determinados segmentos de produtos a partir da globalização na década de 1990.

Contudo, entre as principais mudanças que o processo de Gestão da Demanda requer para o atendimento às necessidades demandadas pelo mercado do *mix* de produtos, há que se considerar como o PCP deve apoiar esse processo. Em geral as habilidades e competências da função planejamento e controle da produção, relacionadas ao nivelamento do nível estoque dos materiais no fluxo produtivo deve ser capaz de direcionar os esforços a partir dos dados disponibilizados a partir do fluxo de informações que deve ser consistente quanto a precisão dos dados. A precisão dos dados é relevante para demonstrar a realidade ou o cenário de consumo do *mix* de produtos em um ambiente dinâmico. No caso a atualização dos dados deve ser constante a fim de não perder de vista as alterações no curto e médio prazo na execução.

Nesse contexto podemos apontar para a hierarquização da função planejamento e controle da produção com o propósito do planejamento de recursos críticos, realizado a partir de três processos principais:

1. Sales Operations Planning – S&OP – Planejamento Integrado do Negócio, que é o RRP, Planejamento das Necessidades de Recursos (Resource Requirements Planning – RRP). Esse processo conta, entre outros instrumento com o planejamento agregado da produção;
2. Master Planning Schedule – MPS – Planejamento Mestre, que é o Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (Rough-Cut Capacity Planning – RCCP);
3. E na execução o Planejamento de Capacidade de Curto Prazo (CRP – Capacity Requirements Planning), ou seja, o Planejamento de Capacidade Detalhada.

Esse capítulo trata dos dois primeiros processos: planejamento agregado da produção e do plano mestre da produção.

---

## Objetivos

---

Aumentar ou reduzir a capacidade de atendimento à demanda dos recursos de manufatura ou prestação de serviços não é possível no curto prazo e em alguns casos no médio prazo. O que é possível e ao mesmo tempo desafiador é minimizar os desvios de redução da demanda a fim de evitar excesso de ociosidade e ao mesmo tempo maximizar o uso dos recursos.

A fim de evitar desperdícios e ter em mãos alternativas de adequar a capacidade dentro de determinados limites quando a demanda oscila para mais pontualmente, através de horas extras e da terceirização de determinados processos e serviços. Os objetivos desse capítulo são:

- ✓ Definir o escopo do planejamento agregado da produção;
  - ✓ Definir o escopo do planejamento mestre da produção;
  - ✓ Abordar a dependência entre os níveis do planejamento agregado da produção e planejamento mestre da produção;
  - ✓ Abordar o plano de capacidade inerente a cada um dos dois níveis de planejamento abordado, assim como o fluxo de informações de cada nível.
-

## **Esquema**

---

- 5.1 Planejamento Agregado e Plano de Produção
- 5.2 Entradas para o planejamento agregado
- 5.3 Manter a taxa de produção constante
- 5.4 Taxa de produção compatível com a demanda
- 5.5 Variar a taxa de produção em patamares
- 5.6 Etapas para elaboração do plano de produção
- 5.7 Análise da capacidade de produção

## 5.1 Planejamento Agregado e Plano de Produção

As decisões que envolvem a utilização de equipamentos e de mão de obra como mencionado na introdução, além da gerência de estoques e do fluxo de materiais, envolve três processos, sendo os dois primeiros, no âmbito do Planejamento Agregado e do Plano de Produção, tratados nesse capítulo.

Assim, para vários autores, os Planos Agregados e os Planos de Produção são os pontos iniciais para maioria dos sistemas de Planejamento e controle da fábrica, caracterizando os planos iniciais de capacidade com o propósito de identificar os recursos críticos.

Os planos agregados e os planos de produção normalmente assumem aspectos diferentes na sua aplicação, dependendo do tipo de manufatura e das peculiaridades do mercado consumidor a ser atendido por essas empresas.

Como regra geral, a manufatura deve ser informada com instruções detalhadas a respeito do que, como, quanto e quando fabricar ou, atender o serviço solicitado, no caso de empresas prestadoras de serviço.

Entretanto, antes de se estabelecer detalhes a respeito dos planos, é necessário se ter uma visão mais ampla do cenário que o tema requer, para depois definir e coordenar a execução das operações, de modo a atender à demanda. Essa orientação mais ampla assume formas distintas conforme o tipo de manufatura do produto, que em linhas gerais se converge para o escopo da função planejamento e controle da produção.

No tipo de sistema de produção intermitente sob encomenda, consiste em estabelecer datas para o término das fases da fabricação do produto a partir do cronograma mais geral do marco de início e término de cada fase até o cronograma o plano de execução detalhado de cada fase. Já no tipo contínuo ou intermitente para estoque é pertinente estabelecer o volume em unidades de produção (unidade de produto disponível em frascos, galões ou, litros, Kg, toneladas, Kwatt/h entre outras unidades de produção) que serão produzidas em cada período ou marco de entrega para estoque.

Nesse contexto o processo de gestão das empresas nem sempre pode esperar pelos detalhes da programação da produção, tendo que se basear no plano agregado e nos planos de produção anteriores a esse envolvendo uma série de decisões, sendo:

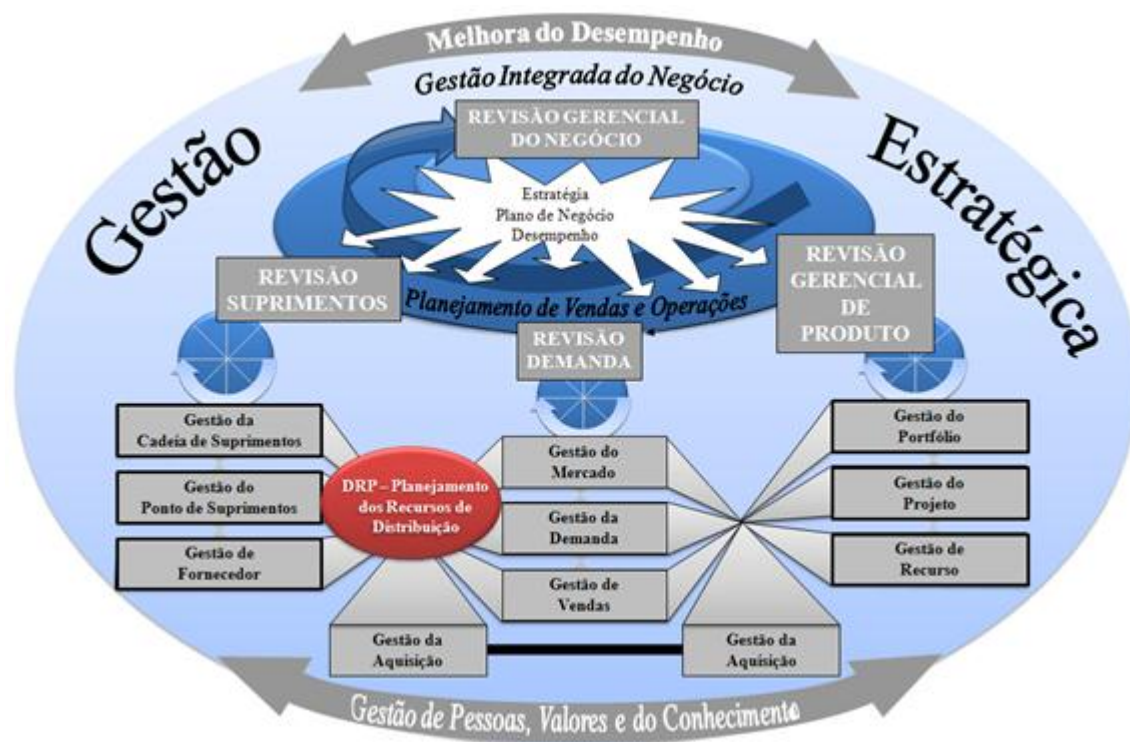
- quando é conveniente comprar antecipadamente e quando comprar;
- definir a previsão do orçamento para o próximo ano ou período com base em planos financeiros consistentes;
- negociar e definir prazos para entrega do que está sendo solicitado pelo cliente;
- avaliar as necessidades de contratação ou demissão de Mão de Obra;
- validar o plano de produção com a necessidade de atendimento à demanda e com a capacidade de atendimento da fábrica, direcionando o esforço de vendas para vendas futuras;
- com base no escopo apresentado definir os processos que precisam ser integrados no gerenciamento dos recursos da empresa para ser possível o controle das atividades do topo à base (envolve a execução no chão de fábrica).

O plano agregado de produção deve ser visto como sendo o resultado das opções estratégicas da empresa que deve demonstrar através de cenários a dinâmica do sistema de operações para um determinado momento com projeções futuras baseadas no cenário de um passado não distante.

O propósito e, contudo, o objetivo de se estabelecer planos de produção é direcionar os recursos produtivos, de modo a que esses recursos dêem suporte às estratégias definidas pela alta direção no atendimento à demanda. Nesse caso a integração dos níveis hierárquicos do planejamento junto com o controle da produção deve considerar a decisão quanto ao dimensionamento dos níveis estoques de matéria prima, componentes, material em processo e produtos acabados que devem ser mantidos. Assim como, o dimensionamento dos recursos humanos ou mão de obra necessária, máquinas e instalações disponíveis para o atendimento à demanda projetada para os bens e serviços que a empresa oferece.

Planos de produção exequíveis e efetivos quanto ao atendimento da demanda, sem excesso de estoque e de recursos de manufatura ou de atendimento do serviço a ser executado, somente serão reais se os processos de negócio relacionados à construção desses planos forem integrados. No gerenciamento para ser possível o controle das atividades do topo a base de forma integrada, e a função produção poder se relacionar mais fortemente com duas outras funções: a função *marketing* e a função finanças.

É preciso ter um mercado disposto a comprar os produtos (*marketing*), mas é vital possuir o capital necessário para fabricá-los (finanças) (Figura 1).



**Figura 1** - As funções empresariais são integradas

**Fonte:** CORRELL, J. (2012, 40)

A Figura 1, segundo CORRELL (2007, 40), demonstra que adquirir o controle das suas operações de manufatura através do gerenciamento da capacidade e da boa programação requer um Modelo de Negócio Integrado que depende da construção dos próprios processos da empresa.

A integração permite que a empresa melhore seu desempenho, pois direciona esforços na definição de métricas de desempenho adequadas, o que conduz os esforços para que se façam os procedimentos corretos e dêem para as pessoas a responsabilidade de alcançar as metas estabelecidas por métrica de modo integrado.

Métricas de desempenho para o gerenciamento de capacidade e para as programações de compras, por exemplo, permitem medir o desempenho do sistema, ou seja, quem não mede não controla.

De acordo com CORRELL (2007, 42) a Figura 1 apresenta um modelo de gestão integrada do negócio estruturado em três pilares:

1. Gerenciamento de produtos;
2. Gerenciamento da demanda e;
3. Gerenciamento de suprimentos.

O Gerenciamento de produtos não faz parte do escopo desse capítulo, O Gerenciamento da demanda é abordado no capítulo 4 e o Gerenciamento de suprimentos, o qual envolve o plano agregado da produção & plano mestre da produção será abordado nesse capítulo.

As "rodas" na Figura 1, abaixo de cada pilar, representam a fase de preparação das revisões do processo de Gestão Integrada do Negócio (S&OP – *Sales and Operations Planning*).

A parte superior da Figura 1 que apresenta o escopo da Gestão Integrada do Negócio (S&OP – *Sales and Operations Planning*) envolve um processo ou procedimentos relacionados à Revisão Gerencial do Negócio. A revisão é o ponto principal do processo de Gestão Integrada do Negócio (S&OP – *Sales and Operations Planning*) envolvendo uma revisão concisa e decisiva de planejamentos mensais recomendados o que deve permitir a composição de soluções a serem propostas para diferentes questões relacionadas ao atendimento à demanda.

O trabalho de revisão quando realizado corretamente fornece uma revisão geral do cenário atual e dá subsídio ao processo de aprovação dos planos de atendimento à demanda.

O resultado é se chegar a um consenso para que o grupo de profissionais envolvido nesse processo tome decisões que resultam em um único plano de demanda, suprimentos, gerenciamento de produtos e planejamento financeiro em um horizonte de tempo de 18 a 24 meses. Os planejamentos, uma vez aprovados, devem ser rapidamente comunicados à empresa. Os líderes funcionais são responsáveis pela execução dos planejamentos e pela comunicação dos resultados alcançadas a fim de identificar prováveis desvios e correções necessárias e realizadas.

Contudo, uma Revisão Gerencial de Produtos deve assegurar o domínio de Venda e Marketing para todos os produtos do portfólio dos planos.

Nesse contexto, podemos abordar o tema principal desse capítulo: Planejamento Agregado da Produção & Planejamento Mestre da Produção de acordo com o exposto quanto aos três níveis hierárquicos de planejamento.

O Planejamento das Necessidades de Recursos ajuda a identificar apenas os recursos-chave ou críticos disponíveis para os volumes agregados das famílias de produtos entre 18-24 meses e define o Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (*Rough-Cut Capacity Planning – RCCP*), é o Planejamento Agregado da Produção. Neste nível são avaliados apenas os recursos-chave ou críticos em nível individual de algum item do Plano Mestre.

Ao contrário, o Planejamento de Capacidade de Curto Prazo testa a capacidade de todos os centros de trabalho complementares para o horizonte de execução do planejamento de materiais como um todo, com o objetivo de atender ao Plano Mestre.

Qualquer demanda independente (produtos acabados), assim como as solicitações feitas, serão incluídos no Plano Mestre e no Planejamento das Necessidades dos Materiais e na sequência no planejamento de curto prazo de capacidade.



## Importante!

O planejamento de recursos críticos é realizado a partir de três processos:

1. *Sales Operations Planning* – S&OP – Planejamento Integrado do Negócio, que é o RRP, Planejamento das Necessidades de Recursos (*Resource Requirements Planning* – RRP), Planejamento Agregado da Produção;
2. Master Planning Schedule – MPS – Planejamento Mestre, que é o Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (Rough-Cut Capacity Planning – RCCP), Planejamento Mestre da Produção;
3. E na execução o Planejamento de Capacidade de Curto Prazo (CRP – Capacity Requirements Planning), ou seja, o Planejamento de Capacidade Detalhada, Programação da Produção.



## Saiba mais

Até alguns anos atrás, era comum o planejamento de suprimentos era elaborado pelo nível hierárquico organizacional mais alto e apenas comunicado aos níveis hierárquicos mais baixos, a operação ou chão de fábrica.

Planejadores diriam, "dê apenas o planejamento agregado para o PCP e nós iremos separá-los pelos níveis dos itens a partir das listas de materiais dos produtos acabados a partir de um histórico de consumo de conjuntos de itens de produtos e então fazer o planejamento de suprimentos da fábrica".

Com o avanço da tecnologia de processamento dos computadores e de sistemas computacionais mais sofisticados, a maioria das empresas acaba por guiar as previsões detalhadas diretamente para o planejamento de capacidade de curto prazo, que além do tempo de planejamento considerado, é capaz de descobrir a necessidade de capacidade e criar ocupação alternativa para condições de falta de capacidade rapidamente.

As ferramentas de planejamento de capacidade de recursos e o RCCP – Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (*Rough-Cut Capacity Planning* – RCCP) geralmente utilizadas para análises rápidas no Processo de Gestão Integrada do Negócio (S&OP – *Sales and Operations Planning*). O objetivo é ter a certeza de que não há nenhuma restrição de recurso evidente antes mesmo de começar uma atividade de planejamento detalhado. Todos os recursos necessários como pessoas, equipamentos e instalações precisam estar disponíveis para suportar os planejamentos propostos.

## 5.2 Entradas para o planejamento agregado

Segundo FERNANDES (2010) apud GEORGE Jr. (1972), por volta do ano 4000 a.C., os egípcios reconheceram a necessidade de planejar, organizar e controlar (prova disso foi terem viabilizado a construção das grandes pirâmides, além de terem sido conservados manuscritos da época). Essas funções e mais a de dirigir (comandar, coordenar, liderar) tinham suas necessidades reconhecidas pelos chineses por volta de 1100 a.C. (GEORGE Jr., 1972).

Podemos então dividir o processo de atendimento à demanda, inicialmente, em quatro funções básicas:

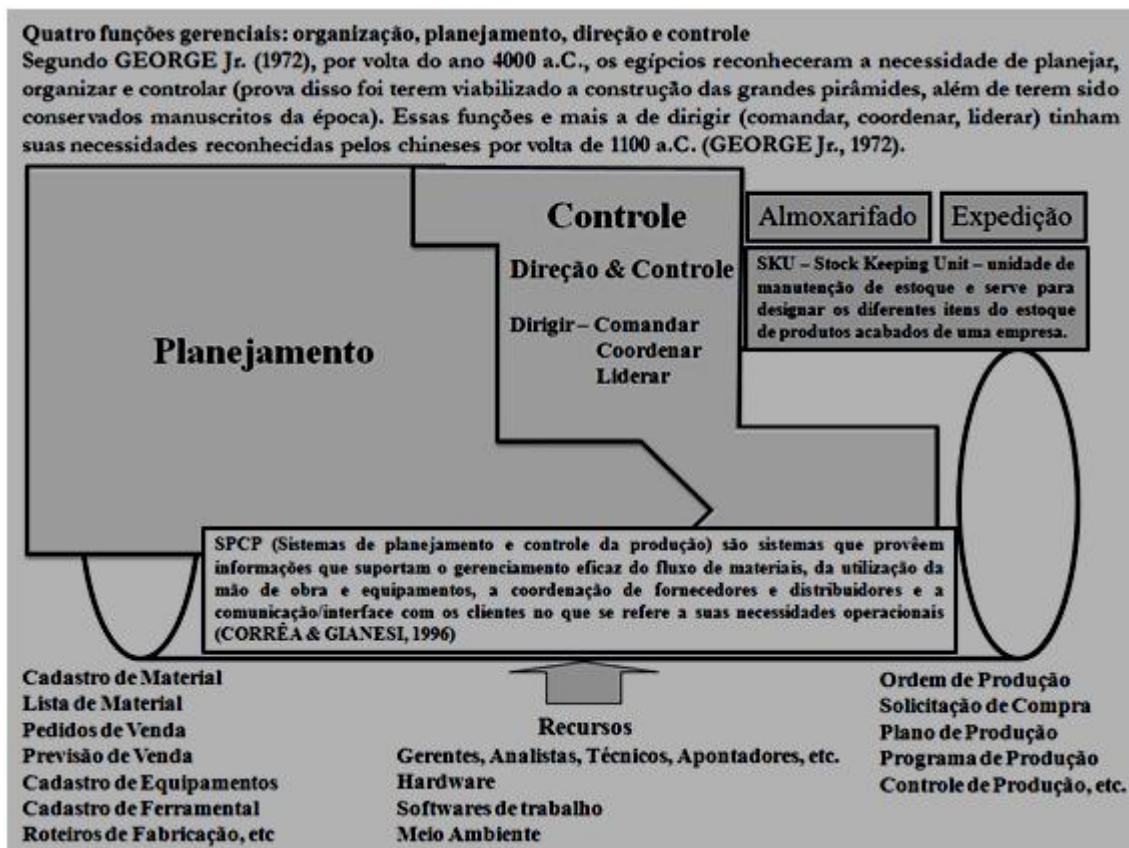
1. Planejamento;
2. Organizar;
3. Controlar;
4. Coordenar.

O Planejamento Agregado, como o próprio nome diz, está inserido na função de planejar e requer como exposto no tópico 5.1 um conjunto de procedimentos de acordo com o escopo do processo de Planejamento de Vendas e Operações que se convertem para um Sistema de Planejamento e Controle da Produção.

Segundo CORRÊA & GIANESI (1996), os sistemas de planejamento e controle da produção - SPCP são sistemas que provêm informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização da mão de obra e equipamentos. Cabe também ao SPCP a coordenação de fornecedores e distribuidores e a comunicação/interface com os clientes no que se refere a suas necessidades operacionais. A Figura 2 relaciona as quatro funções básicas escritas por GEORGE (1972) com a definição de sistemas de planejamento e controle da produção de CORRÊA & GIANESI (1996) enfatizando as entradas e saídas de informações a partir dos dados de entrada e saída para o planejamento agregado, como:

- Recursos de entrada
  - . Transformação
  - . Transformados
- Produção
- Saídas
  - . Produtos
  - . Serviços





**Figura 2.** Entradas e saídas do planejamento agregado

**Fonte:** Acervo do Autor

Não é possível estabelecer um sistema de planejamento e controle da produção sem o registro de dados relacionados ao cadastro de material, lista de material dos produtos acabados, cadastro de equipamentos, cadastro de ferramental e roteiros de fabricação. De modo que, as informações inerentes ao fluxo de materiais relacionado aos pedidos de venda firmados ou previstos a partir da previsão de vendas (no escopo do processo de gestão da demanda). Contudo, as ordens de produção liberadas, pendentes e em negociação, além das solicitações de compra, plano da manufatura e na execução a programação e controle da produção durante a execução para dar notícia se o que foi planejado e programado está sendo realizado sem desvios quanto aos prazos de fabricação definidos.

Essa visão geral do processo para a construção do plano agregado de produção se divide em etapas a partir do plano mestre como descrito na Figura 3.

O processo de gerenciamento da demanda como exposto anteriormente a partir da Figura 1 envolve o processo de previsão de vendas a partir de técnicas estatísticas apropriadas relacionadas ao contexto do momento quanto às tendências do mercado em termos da configuração dos produtos a serem atendidos devendo incorporar as análises da projeção de venda informações relevantes ao cenário que somente especialistas do segmento em que a empresa opera podem fornecer através do contato direto com o consumidor final e pelo envolvimento com os novos desenvolvimentos em produtos e processos que as empresas do setor vem desenvolvendo.

A partir dos cenários gerados no processo de Gestão da Demanda é elaborado o plano agregado de produção com base no conceito do Planejamento das Necessidades de Recursos. O objetivo é identificar, como já mencionado, apenas os recursos-chave ou críticos disponíveis para os volumes agregados das famílias de produtos entre 18-24 meses, definindo o Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (*Rough-Cut Capacity Planning – RCCP*).

A partir dos planos elaborados com certa antecedência os mesmos são comparados com o que está ocorrendo no primeiro período de execução do que foi planejado. Por exemplo, a empresa a partir do planejamento de recursos para um horizonte de 12 meses, elaborado no final do ano anterior, verifica os prováveis desvios para mais ou para menos do que realmente está ocorrendo no primeiro mês do ano planejado. Com os dados do plano mestre de produção que contêm os dados reais de vendas do primeiro período, realmente firmados.

Os dados do plano mestre fornecem as informações referentes aos produtos vendidos por pedido e por cliente com as quantidades requisitadas e os prazos de entrega firmados.

É com esses dados, referentes aos produtos acabados vendidos que a fase de planejamento dá início a elaboração do plano das necessidades de materiais a partir da lista de materiais dos produtos acabados. Na sequência a programação da produção a fim de definir a lista de tarefas com base nas ordens de produção liberadas na sequência de execução com base na data de entrega ou algum critério de prioridade a ser adotado.

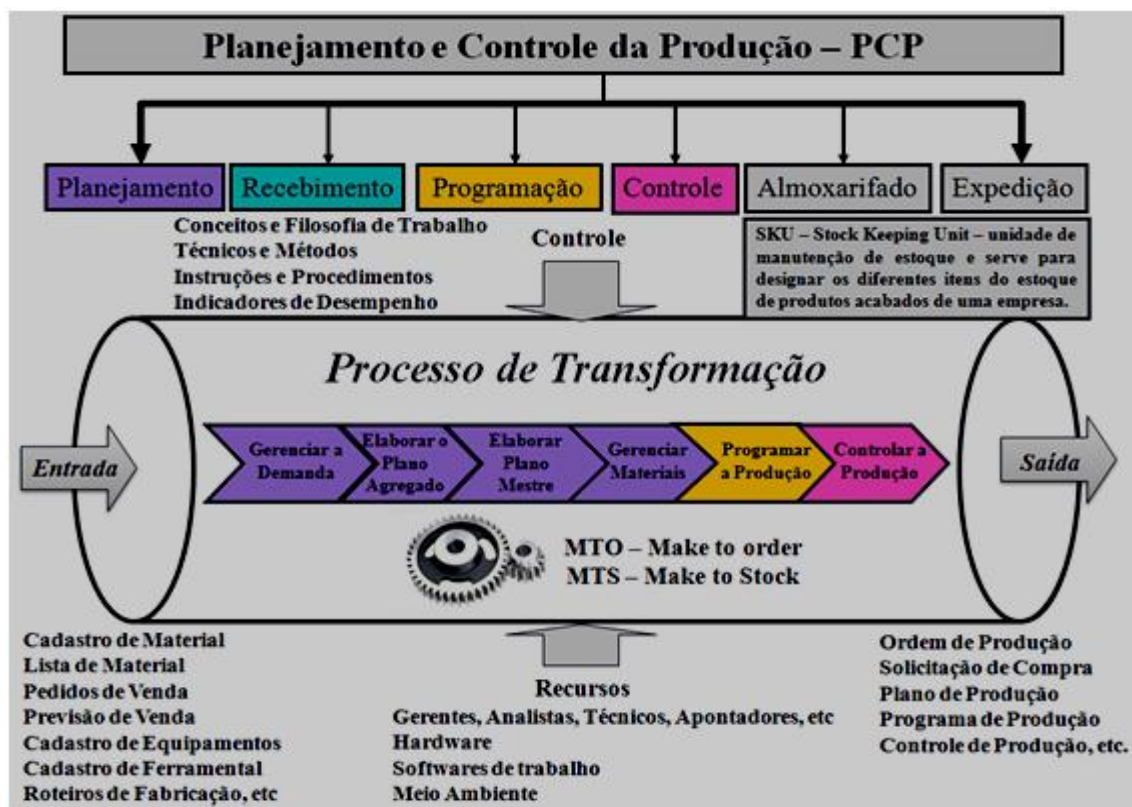
Por fim, o controle da fábrica é realizado a fim de confrontar os dados de execução das ordens e comparar com o que foi planejamento. A comparação constante do que foi planejado com o que está sendo realizado permite corrigir os desvios e informar as alterações que possam vir a ocorrer e comunicar os envolvidos quanto ao processo de tomada de decisão do que fazer para minimizar prováveis atrasos identificar as causas para correções necessárias do processo de fabricação.



## Importante!

Em geral, o horizonte de tempo a ser considerado nos três níveis de planejamento mencionado é composto por três tipos de período de tempo:

1. Futuro imediato (curto prazo): definição de planos a partir do processo de Programação da Produção e decisões de controle de estoques caracterizado por espaços de tempo de curtíssimo prazo.
2. Empresas que operam com intervalo de tempo, entre o recebimento do pedido e a entrega do produto final, em torno de 2 a 3 dias, normalmente não aplica o plano mestre das ordens de produção pendentes para um período superior a 3 dias, a não ser para inserir pedidos futuros previstos e não firmados para avaliação de capacidade futura;
3. Futuro intermediário (médio prazo): horizonte de planejamento, que na maioria dos casos compreende um horizonte de tempo em torno de seis meses a um ano e no qual se baseia o Plano Agregado da Produção como suporte ao processo inicial do Planejamento de Vendas e Operações.



**Figura 3.** Processo de transformação

Fonte: Acervo do Autor



### – Importante!

É importante ressaltar quanto ao processo de transformação:

1. Os autores CORRÊA & GIANESI (1996) consideram como funções do planejamento na operação: a) planejamento, b) programação e c) controle da produção, ou seja, as atividades relacionadas à programação da produção antecedem as atividades de controle;
2. Já os autores FERNANDES & GODINHO (2010) consideram como funções do planejamento na operação: a) planejamento e b) controle da produção, ou seja, as atividades relacionadas à programação da produção são atividades do escopo do controle. Essa consideração é devido à programação da produção ter a função de estruturar a lista de tarefas a ser executada considerando as particularidades a serem respeitadas na execução, a qual representa as prioridades a serem consideradas na fabricação como: a *due date* (data de entrega), ordens com maior tempo de processamento executadas primeiro, matriz de *setup* com o propósito de minimizar o tempo de *setup* total da operação, ordens de clientes com contrato de fornecimento e conseqüente multa referente a não entrega no prazo, entre outros. Contudo, os autores consideram que nesse contexto as atividades de programação também são atividades de controle.

**Observação:** o autor do presente capítulo considera mais adequado a consideração dos autores FERNANDES & GODINHO (2010) mais adequada.

De acordo com a Figura 3 podemos classificar as atividades do processo de transformação em três grupos:

1. **1º grupo** - Gerenciar a demanda, elaborar o plano agregado, elaborar o plano mestre e gerenciar materiais;
2. **2º grupo** - programar a produção;
3. **3º grupo** - controlar a produção.

É em relação a esses três grupos de atividades que devemos trabalhar para determinar as bases em que as coisas deverão acontecer na prática. A Tabela 1 disponibiliza preliminarmente as informações necessárias para iniciar a elaboração de um plano de produção.

**Tabela 1 - Informações necessárias ao plano agregado da produção**

<b>Informações necessárias</b>	
<b>Informações</b>	<b>Descrição</b>
<b>Recursos</b>	Equipamentos, instalações, força de trabalho, taxa de produção
<b>Previsão Demanda</b>	Demanda prevista para a família de produtos
<b>Políticas Alternativas</b>	Subcontratações, turnos extras, atrasos de entregas, estoques, etc.
<b>Dados de Custos</b>	Produção normal, estocagem, subcontratações, turnos extras, etc.

Conhecer em detalhes, por exemplo, a disponibilidade e a tecnologia de processo disponível, de tudo que podemos contar é o primeiro passo, pois necessitamos conhecer quais os recursos produtivos existentes para o período de planejamento, bem como as alterações previstas para equipamentos e mão de obra. São os atores principais que deverão fazer a produção acontecer. A demanda projetada para o período de planejamento considerado deve também ser conhecida, a partir da aplicação de um modelo de previsão consistente.

O plano de produção elaborado a partir dos dados mencionados deve compatibilizar os grupos de informações descritos permitindo ao planejador identificar as suas capacidades e restrições, ou seja, tudo que o mercado deseja obter para consumo de acordo com o potencial de produção disponível na manufatura.

Ao elaborar um plano de produção, o planejador procura estruturar um plano de atividades a serem executadas que além dos resultados esperados quanto aos produtos a serem fabricados, consiga manter os indicadores de eficácia e eficiência de acordo com o padrão de competitividade do segmento da manufatura da empresa. Nesse caso, a função do planejador é atender os clientes e manter os resultados operacionais adequados para atender as expectativas dos acionistas ou controladores quanto aos resultados financeiros da manufatura. Não há sentido os acionistas manterem a estrutura de fabricação sem obter a lucratividade esperada que compense todo o esforço e investimento para viabilizar o empreendimento. Na realidade os acionistas representam um grupo muito importante de clientes da empresa, formado pelos proprietários que se dispuseram a correr os riscos de investir no negócio.

É importante ressaltar que quanto mais nivelado for este “nível de materiais nos estoques relacionados (de matéria prima, em processo e de produto acabado)”, ou seja, a taxa de demanda com a taxa de produção, mais próximo dos indicadores desejados do binômio: eficácia e eficiência a manufatura deve permanecer.



## Saiba mais!

Atender a demanda no prazo e na quantidade que o cliente deseja define o quanto a manufatura é eficaz, por exemplo, os combustíveis álcool e gasolina são eficazes ao manterem o motor em funcionamento de um equipamento: máquinas a combustão *flex*.

Atender a demanda no prazo e na quantidade que o cliente deseja com o mínimo de recursos a serem utilizados para um mesmo volume em unidades define o quanto a manufatura é eficiente, por exemplo, os combustíveis álcool e gasolina são eficazes ao manterem o motor em funcionamento de um equipamento: máquinas a combustão *flex*, mas, o combustível gasolina é mais eficiente, pois em um mesmo trajeto seu consumo é inferior ao consumo do combustível álcool.

Um veículo popular nas mesmas condições de velocidade e peso transportado para um mesmo trajeto consome aproximadamente 1 litro de álcool a cada 10 km rodados enquanto que deve consumir em torno de 1 litro de gasolina a cada 14 km ou mais para o mesmo trajeto. Nesse caso ambos os combustíveis são eficazes por manterem o motor em funcionamento e movimentar o equipamento no trajeto definido, mas possuem eficiência diferente em função do consumo por Km rodado.

A questão a ser respondida na decisão de utilizar um ou outro combustível está no custo por litro de cada um dos combustíveis que no caso para a opção a gasolina não pode ser superior a  $\Rightarrow (14 - 10) / 10 = 40\%$ .

$\Rightarrow$  gasolina (R\$ 2,5 por litro)  $\Rightarrow$  percurso de 100 km  $\Rightarrow$  custo = R\$ 2,5 \* (100/14) = R\$ 17,86

$\Rightarrow$  álcool (R\$ 1,786 por litro = 71,44% do valor por litro do combustível gasolina (R\$ 1,786 / R\$ 2,5))  $\Rightarrow$  percurso de 100 km  $\Rightarrow$  custo = R\$ 1,786 \* (100/10) = R\$ 28,00

Contudo, o uso dos combustíveis, álcool ou gasolina, somente é interessante quanto à relação do valor por litro entre eles não for superior a 28,56%. Para as condições definidas caso a relação seja superior, o valor do litro da gasolina maior do que 28,56% com relação ao valor por litro do álcool é mais eficiente o uso do álcool caso contrário é mais eficiente o uso da gasolina.

Na manufatura o valor hora da operação de uma máquina também deve ser considerado nesse tipo de decisão, além do fato que máquinas com tecnologia superior têm forte influência na relação eficácia e eficiência.

**Exemplo 1:** Em uma indústria de fabricação de equipamentos pesados, que busca manter-se fiel à política de “nunca atrasar uma obra” (cada equipamento a ser fabricado pode ser considerado um novo projeto, definido na linguagem desse tipo de fábrica como uma nova obra), assegurar o cumprimento fiel a essa máxima. Não é uma tarefa simples, podendo correr o risco de não tendo uma estrutura de PCP (Planejamento e Controle da Produção) adequada, pode comprometer recursos financeiros e materiais, sendo eficaz e não eficiente o que pode inviabilizar o negócio.

Se a manufatura, no caso do exemplo, considerar a sua política isoladamente, ou seja, não acompanhada por processos bem definidos de acompanhamento de desempenho, ou um modelo de gestão que contemple também o resultado de cada obra, a empresa pode colecionar uma série de insucessos financeiros.

Não basta a manufatura tornar-se conceituada no mercado como “a fábrica que não compromete as entregas quanto aos prazos”, pois a reputação conquistada a partir dessa política não impede uma provável situação de insolvência.

Ações que possibilitam corrigir ou adequar à relação da eficácia e eficiência de um sistema de produção devem ser executadas a fim de alterar uma condição não favorável que pode inviabilizar o negócio.

- Quanto à demanda, é possível agir na redução do custo operacional a fim de adequar o fluxo de produção com um maior volume a ser produzido em um menor tempo de atendimento. Isso deve ter impacto significativo no fluxo de caixa e capital de giro necessário, bem como em conjunto com a função *marketing* prospectar tendências do mercado a fim de ajustar suas estratégias competitivas com as suas estratégias de manufatura.

Essa decisão implica pensar em novos equipamentos ou adequação do fluxo de produção a partir dos processos de fabricação envolvidos e treinamento de mão de obra, além da utilização de turnos extras, terceirização de parte da tarefa de produzir entre outras alternativas.

Quanto ao fluxo de produção no escopo do projeto e operação do sistema de produção, é interessante que a empresa possa definir os rumos estratégicos da produção com base na sua política de atendimento à demanda, decidindo com base nas variáveis que influenciam a relação demanda e taxa de produção.

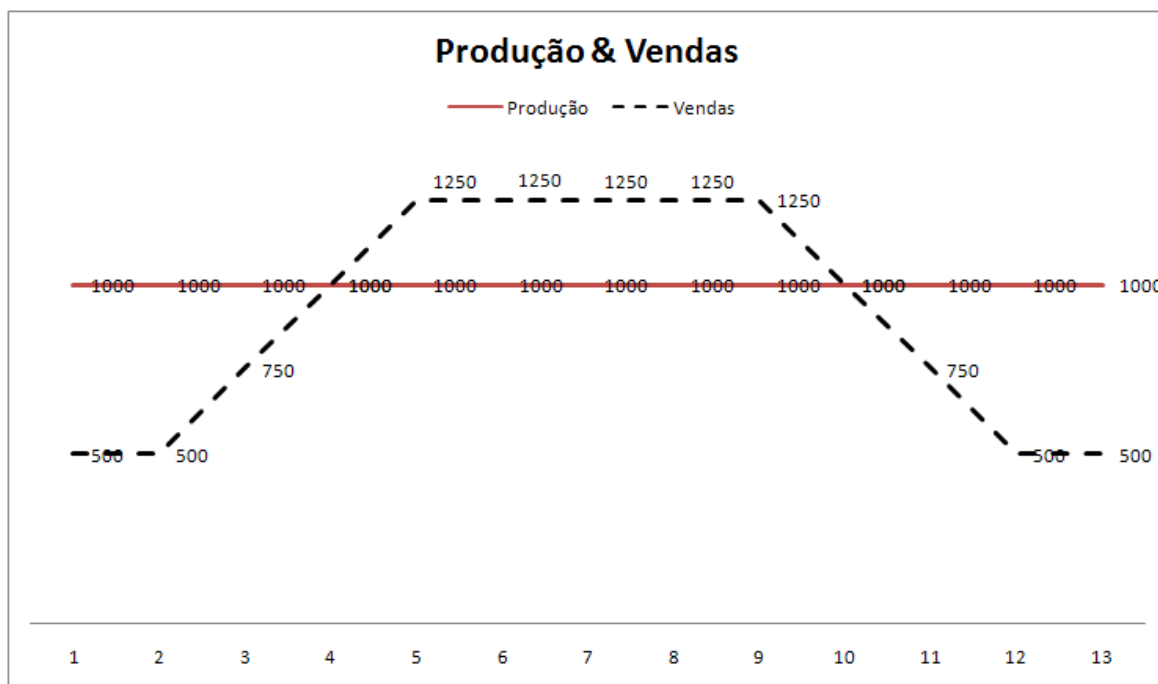
### **5.3 Manter a taxa de produção constante**

A Figura 4 permite visualizar um exemplo de como proceder para manter uma taxa de produção constante e as implicações de se produzir a uma taxa constante, independentemente da variação da demanda real.

De janeiro a março, a produção foi direcionada para estoque, quantidades que serão consumidas de março a setembro, quando as vendas superam a produção, e a partir de setembro a produção novamente é para estoque.

É importante ressaltar casos com sazonalidade como da Figura 3, envolvendo os produtos mais relevantes em termos de volume vendido.

**Exemplo 2.** O setor de manufatura de material escolar normalmente produz durante o ano todo a uma determinada taxa de produção estocando a produção para, na temporada de “volta às aulas”, poder atender ao pico de demanda desse período que é significativo quanto ao volume por unidade a ser distribuídos nas livrarias.



**Figura 3.** Taxa de produção constante e a variação da demanda

**Fonte:** Acervo do autor.

**Exemplo 3.** A indústria têxtil de confecção pode definir períodos de lançamento de uma nova coleção, por exemplo, a cada três meses de acordo com as tendências do mercado da moda. Nesse caso, a manufatura deve produzir no final do período precedente unidades de vestuário do período anterior em conjunto com as unidades de vestuário para o período seguinte a partir das projeções de demanda definidas. As projeções devem ser corrigidas no início do período da nova coleção. Esse processo de projeção de vendas por unidade do *mix* de produtos da nova coleção deve ser preciso, o que nem sempre ocorre por fatores de tendência valorizados que não ocorreram como esperado e fatores de tendência não valorizados que superaram as expectativas quanto ao volume por unidade dos produtos vendidos. Contudo, outro fator de influência são as estações do ano, como por exemplo, no início da estação outono, deve ser lançado as coleções “primavera-verão”, buscando não só antecipar tendências de gostos e descobrir “novas preferências” de mercado como mencionado, mas também possibilitar às empresas uma previsão confiável do que e quanto vai ser comprado.

Para que o modelo de previsão demonstre uma projeção das tendências mais assertiva, não basta o tratamento quantitativo do modelo, mesmo com a inclusão de fatores de correção no modelo com o objetivo de prevê-las. É necessário que profissionais experientes e bem informados com relação às inovações de produto e de processo do setor auxiliem as empresas na definição de planos de produção. Nesse caso devem contemplar os artigos realmente vendáveis para atender às encomendas dos lojistas, no momento de concretização das vendas. Em ambos os exemplos, os clientes (distribuidores) não aceitam comprar em excesso e estocar. Pois, há risco de manter produtos em estoque não mais vendáveis com a troca de coleção, o que força as empresas a produzirem para estoque para atendê-los na hora que desejam, assumindo o risco, caso não o façam, a concorrência o fará.

Manter uma taxa constante de produção pode representar vantagem ou benefício, que se traduz em privilegiar a utilização eficiente dos recursos produtivos permitindo às empresas na operação manter lotes maiores de produção, minimizando o tempo de “*setup*” das máquinas, contribuindo para minimizar os custos operacionais envolvidos. A desvantagem reside justamente na necessidade de financiar os estoques dos clientes, o que exige um maior capital de giro, tornando, em alguns casos, inviável manter a operação. Outra desvantagem é manter excesso de estoque de produtos que podem não apresentar o desempenho esperado de vendas nas trocas de coleção ou durante o período em que a coleção é lançada. O resultado são volumes residuais em unidades desses produtos definidos por esse tipo de empresa como produtos descontinuados e que acabam não sendo vendidos nem com o uso de promoções, pois se tornaram defasados com relação à nova coleção.

**Exemplo 4.** Empresas prestadoras de serviço não operam com estoque e devem planejar a disponibilidade dos recursos necessários e disponíveis para a prestação do serviço oferecido.

**Exemplo 5.** A decisão de manter níveis de estoque para atender à demanda, no caso setor alimentício e do setor da mídia impressa (no caso dos jornais), implica em avaliar o prazo de validade do produto. Massas frescas têm prazo de validade muito curto e jornal, por exemplo, praticamente o prazo inexistente, o jornal sai da impressão e em poucas horas deve ser consumido, caso contrário se transforma em papel de embrulho em quitandas.

Nos casos demonstrados através dos exemplos 4 e 5, empresas são induzidas a optar por manter capacidade em excesso, ou então correr o risco de perda dos indicadores de participação no seu mercado quanto à penetração dos seus produtos, por não dispor de capacidade de atendimento.



### Importante!

O plano agregado de produção deve direcionar o plano de produção de médio prazo de modo que:

1. O nivelamento dos níveis de estoque além de considerar as limitações ou restrições de capacidade do sistema produção avalie os produtos acabados quanto às possibilidades do volume por unidade a ser vendido de cada família de produtos, com o objetivo de minimizar os desvios da demanda real com a demanda planejada;
2. Contudo, a avaliação das etapas de fabricação do produto quanto à similaridade para uma ampla gama de produtos permite adequar a capacidade de resposta da fábrica com a necessidade do mercado consumidor sem onerar o custo operacional com estoques com risco de não ter a venda efetivada. Em outras palavras, no caso da indústria de confecção pode haver fios de determinada cor que são utilizados em grande volume para a grande maioria dos produtos fabricados independente da família dos produtos e que seu consumo médio independe da projeção das vendas da coleção se efetivar. No caso manter estoque de determinados componentes ou matérias primas utilizados na fabricação dos produtos acabados com baixo risco de não serem consumidos pode ser uma estratégia.



#### **5.4 Taxa de produção compatível com a demanda**

A decisão de tornar a taxa de produção compatível com a demanda ocorre quando a empresa opta por fazer flutuar o seu ritmo de produção com a evolução da quantidade demandada pelo mercado.

De acordo com a Figura 3, estabeleceu-se em janeiro uma taxa menor de produção, elevada proporcionalmente com o aumento das vendas. Após abril, com a estabilização da demanda, a produção permanece igualmente estável até agosto, decrescendo, a partir desse período, até dezembro.

Adotar uma estratégia deste tipo atende a empresas prestadoras de serviço, onde o tempo de resposta do sistema de operações normalmente é elevado e a disponibilidade de recursos de produção deve ser imediata.

Podemos relacionar ao exemplo anterior os casos em que o produto é perecível no curto prazo, como por exemplo, a distribuição da mídia impressa no formato de jornal. Esse tipo de produto força a empresa a dispor de alguma capacidade ociosa em função do mercado não aceitar esperar muito tempo pelo produto e ao mesmo tempo o produto se tornar obsoleto em um período muito curto de tempo.

Desse modo, fica claro que no contexto competitivo atual a característica dos produtos e de como a empresa concorre no mercado deve ditar a escolha da estratégia correta a ser adotada na produção, de modo a atender os clientes da melhor forma possível.

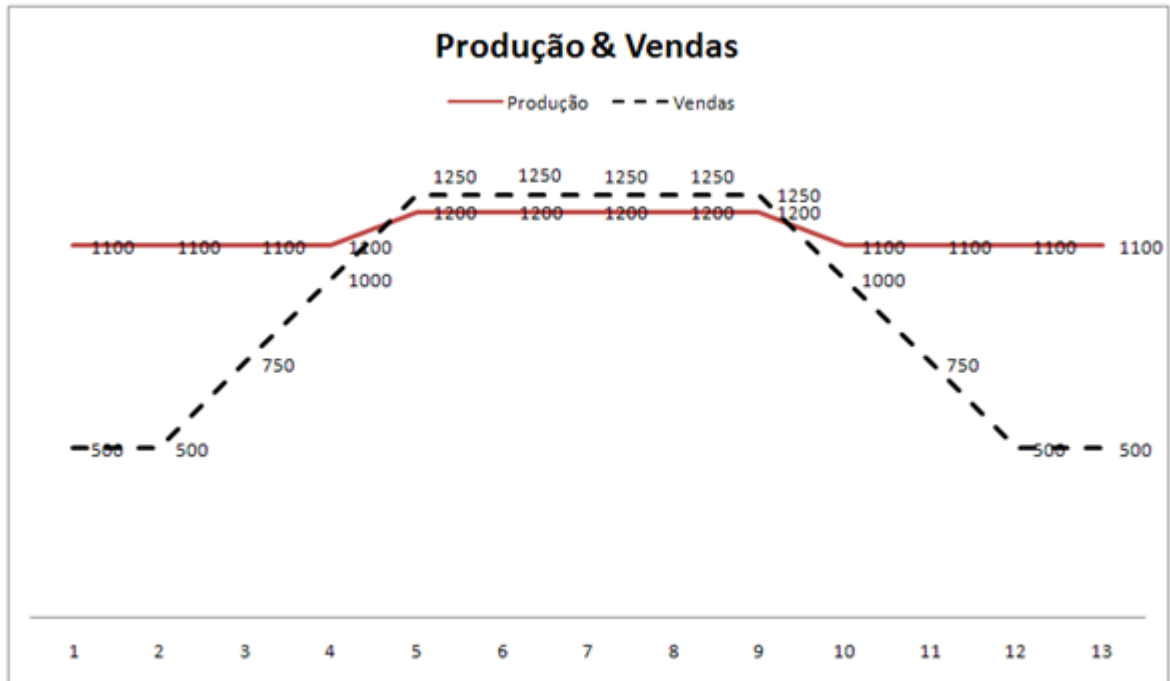
#### **5.5 Variar a taxa de produção em patamares**

É uma combinação das duas condições expostas anteriormente. Nesse caso, o objetivo é acompanhar a demanda "em degraus", de modo compatível com o comportamento da demanda, levando em consideração as limitações do processo de fabricação e a disponibilidade dos recursos produtivos de acordo com a Figura 4.

De acordo com a literatura, há um número significativo de técnicas e modelos para se elaborar um plano agregado de produção, algumas tendo como proposta a otimização do uso dos recursos. As mais subjetivas, buscam aproveitar a experiência do passado e o "conhecimento" dos profissionais envolvidos.

A otimização do uso de recursos no contexto do planejamento agregado, assim como do plano mestre de produção envolve o uso da pesquisa operacional no desenvolvimento do modelo de otimização com o uso da programação linear, programação inteira, programação mista, heurísticas complexas e meta-heurísticas.

O desenvolvimento de Modelos Matemáticos complexos da pesquisa operacional requer o apoio de profissionais capacitados que dominam os fundamentos matemáticos da pesquisa operacional com o propósito de otimização do uso dos recursos de manufatura como esperado.



**Figura 5** – Elevação da taxa de produção em patamares

**Fonte:** Acervo do autor

### 5.6 Etapas para elaboração do plano de produção

Entre as técnicas aplicadas há:

- \_ Técnicas matemáticas: Modelo de Programação Linear, programação por objetivos, simulação, função-produção;
- \_ Técnicas informais: baseadas em tentativa e erro, com o uso de tabelas e gráficos para visualizar as situações possíveis a partir de cenários e decidir pela mais viável.

Contudo, qualquer uma das situações expostas o objetivo é ter um plano de produção que atenda às expectativas da empresa, mas também a necessidade de executá-lo a um custo compatível.

No mercado, as técnicas mais aplicadas são as informais, em função de que normalmente um sistema de produção possui um número significativo de variáveis, envolvendo questões político-estratégicas das empresas envolvendo certa subjetividade na definição do plano de produção. No caso do planejamento agregado há que se considerar também o horizonte de planejamento que mais longo e o plano de produção gerado acaba por conter muitas aproximações servindo como um balizamento estratégico para a programação da produção. O procedimento que pode ser adotado para se gerar um plano agregado de produção é descrito a seguir.

Para estruturar o plano de produção agregado podemos adotar os seguintes passos:

1. Agrupar os produtos em “famílias” de produtos.
2. Definir o horizonte e os períodos de tempo do plano agregado.
3. Obter a previsão da demanda das “famílias” para o horizonte de tempo definido.
4. Calcular a capacidade de produção da manufatura por período, apontando todas as alternativas possíveis para o uso dos recursos de produção definindo o turno normal, turno extra, terceirização, etc.
5. Adotar as políticas de produção e de estoque, a base para a elaboração do plano envolvendo questões relativas a não atrasar as entregas, estabilidade de seis meses da M.O., manter estoque de segurança em torno de 10%, etc.
6. Calcular os custos de cada alternativa de produção.
7. Elaborar os planos de produção alternativos e calcular os custos decorrentes de cada um.
8. Adotar o plano agregado mais viável considerando os aspectos de competitividade da manufatura.

As planilhas eletrônicas atualmente, assim como sistemas computacionais mais sofisticados, permitem desenvolver os planos agregados da produção de modo simples com todos os cálculos realizados permitindo a visualização instantânea dos resultados com gráficos comparativos, o que auxilia bastante o processo de tomada de decisão.

**Exemplo 6.** Elaborar o plano agregado da produção para uma determinada “família” de produtos para os próximos dois anos, com períodos trimestrais, considerando os dados de estoque, previsão de demanda e os custos descritos. A Tabela 2 mostra o plano de produção.

**Tabela 2 - Plano de produção**

Período	1º T	2º T	3º T	4º T	5º T	6º T	7º T	8º T	Total
D (t)	200	200	200	300	400	300	200	200	2000

Estoque inicial = 50 unidades

Custos Produtivos:

- Turno normal = R\$ 4 / unidade
- Turno extra = R\$ 6 / unidade
- Subcontratação = R\$ 10 / unidade

De estocagem:

- R\$ 2 / unidade por trimestre sobre o estoque médio

De atraso na entrega:

- R\$ 20 / unidade por trimestre

- a) Considerando a 1ª alternativa, de trabalhar com um nível fixo de produção, independente da variação da demanda é apresentado na Tabela 3.

De acordo com a Tabela 3, o custo total da adoção desta alternativa é de R\$ 10.300,00.

- b) Consideremos agora a segunda alternativa, ou seja, vamos admitir um volume normal de produção menor do que o anterior, 230 unidades por trimestre, incluindo a possibilidade de trabalhar com turnos extras de até 40 unidades por trimestre, além da possibilidade de atrasar e entregar pedidos nos períodos seguintes (Tabela 4 e 5).

**Tabela 3 - Alternativa do plano de produção**

Produção – Alternativa com nível fixo de produção									
Normal	250	250	250	250	250	250	250	250	2000
Turno extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subcontratado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(N-D)	50	50	50	(50)	(150)	(50)	50	50	0
Estoques									
Inicial	50	100	150	200	150	0	0	0	
Final	100	150	200	150	0	0	0	50	
Médio	75	125	175	175	75	0	0	25	650
Atrasos	0	0	0	0	0	50	0	0	50
Custos									
Produção									
Normal	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	8000
Turno Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subcontratado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estoques	150	250	350	350	150	0	0	50	1300
Atrasos	0	0	0	0	0	1000	0	0	1000
Total	1150	1250	1350	1350	1150	2000	1000	1050	10300

**Tabela 4 - Alternativa do plano de produção**

Produção – Alternativa com nível fixo de produção									
Normal	230	230	230	230	230	230	230	230	1840
Turno extra	0	0	20	40	40	40	0	0	140
Subcontratado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(N-D)	30	30	50	(30)	(130)	(30)	30	30	(20)
Estoques									
Inicial	50	80	110	160	130	0	0	0	
Final	80	110	160	130	0	0	0	30	
Médio	65	95	135	145	65	0	0	15	520
Atrasos	0	0	0	0	0	30	0	0	30
Custos									
Produção									
Normal	920	920	920	920	920	920	920	920	7360
Turno Extra	0	0	120	240	240	240	0	0	840
Subcontratado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estoques	130	190	270	290	130	0	0	30	1040
Atrasos	0	0	0	0	0	600	0	0	600
Total	1050	1110	1310	1450	1290	1760	920	950	9840

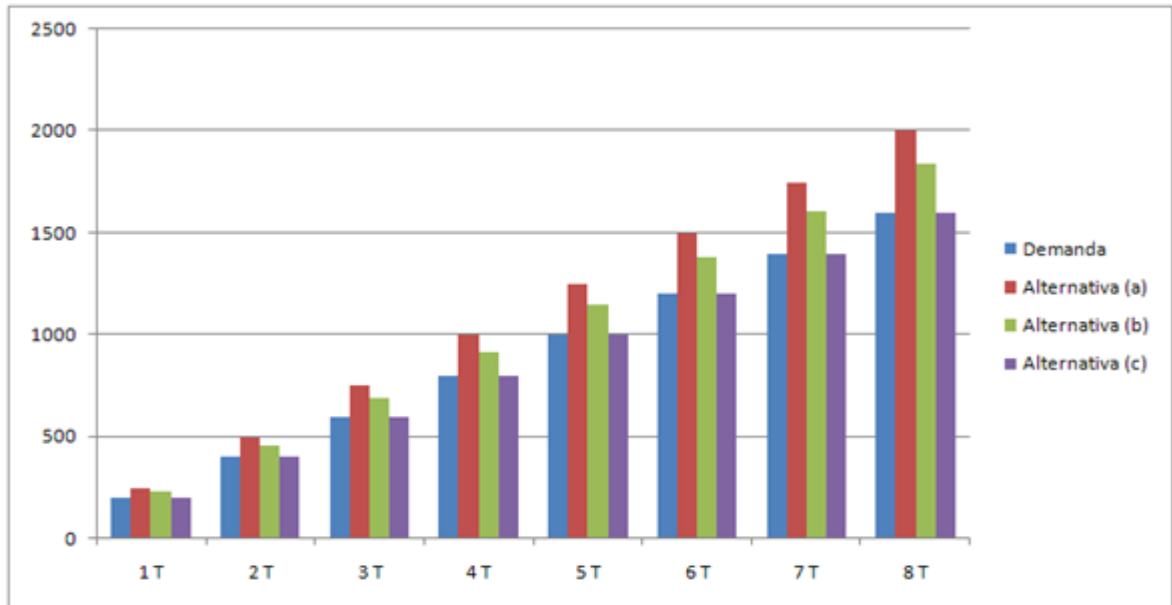
De acordo com tabela 5, a solução representa um potencial de economia da ordem de R\$ 460,00 (10300 – 9840), em relação à anterior.

**Tabela 5 - Alternativa do plano de produção**

<b>Produção – Alternativa com nível fixo de produção</b>									
<b>Normal</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>1600</b>
<b>Turno extra</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>120</b>
<b>Subcontratado</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>150</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>250</b>
<b>(N-D)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>(35)</b>	<b>(10)</b>	<b>(15)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>(30)</b>
<b>Estoques</b>									
<b>Inicial</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	
<b>Final</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	
<b>Médio</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>32,5</b>	<b>10</b>	<b>12,5</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>245</b>
<b>Atrasos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Custos</b>									
<b>Produção</b>									
<b>Normal</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>800</b>	<b>6400</b>
<b>Turno Extra</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>720</b>
<b>Subcontratado</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>250</b>	<b>1500</b>	<b>750</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2500</b>
<b>Estoques</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>65</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>490</b>
<b>Atrasos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>600</b>
<b>Total</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>1355</b>	<b>2560</b>	<b>1815</b>	<b>840</b>	<b>840</b>	<b>10.110</b>

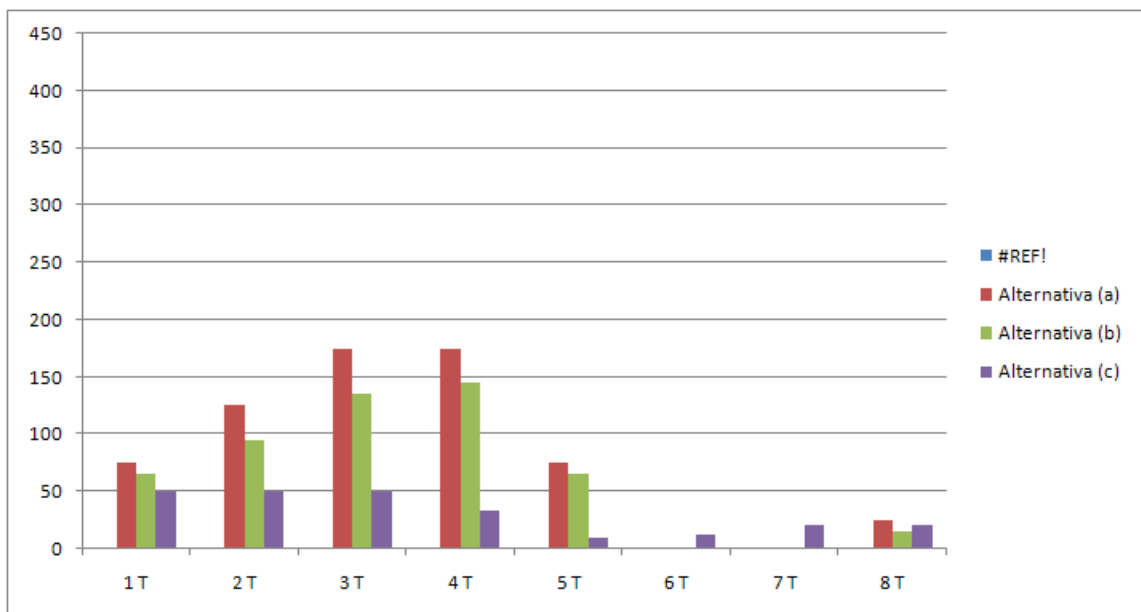
Contudo, o tomador de decisão deve avaliar se é necessário avaliar outra opção e ponderar os resultados obtidos em função da realidade competitiva da empresa.

- c) Caso uma terceira alternativa com um ritmo normal, por exemplo, de 200 unidades por trimestre venha a ser avaliada, considerando uma produção de até 40 unidades por trimestre em turnos extras e o restante podendo ser subcontratado de terceiros em lotes de até 25 unidades o cenário gerado pode ser interessante. Supondo ainda que há grande possibilidade da hipótese do mercado não aceitar atrasos na entrega, essa alternativa deve, adicionalmente, para uma tomada de decisão mais assertiva, pode não fazer uso de gráficos comparativos a fim de demonstrar as vantagens e desvantagens comparativas entre as alternativas a partir das Figuras 6 e 7.



**Figura 6** – Demanda versus alternativas estudadas.

**Fonte:** Acervo do autor



**Figura 7** – Estoque médio das alternativas estudadas.

**Fonte:** Acervo do autor

É fato que há um número significativo de alternativas, que podem ou não atender as necessidades de um determinado momento, o objetivo é equilibrar as necessidades de atendimento à demanda com as reais condições da manufatura, lembrando que nessa fase é proposto um modelo que certamente deve apresentar desvios na execução.

O objetivo é minimizar os desvios considerando o fato de que nem sempre a alternativa mais econômica é a melhor em termos de solução estratégica da manufatura, no final tudo depende das bases de competitividade do mercado.

Casos de fornecimento frequente com multas contratuais ou com forte impacto na manufatura do cliente quando há atrasos, como no caso de empresas de autopeças fornecedoras de montadoras, a alternativa (c) pode atender, mesmo não sendo a mais econômica.

## **5.7 Análise da capacidade de produção**

Manter o equilíbrio do plano de produção com a capacidade instalada é crucial para manter o plano de produção em condições de exequibilidade.

Casos em que os recursos disponíveis não são suficientes podem ser adequados no médio ou longo prazo com a aquisição de novos equipamentos dependendo das condições previstas de ampliação da demanda, desde que o fluxo de produção atual apresente bom desempenho com a possibilidade de aumento do número de turnos, terceirização entre alternativas para o aumento de capacidade, ou o plano deve ser reduzida. Excesso de recursos por outro lado, gera ociosidade.

Esse tipo de análise permite que a gerência avalie pontualmente as decisões referentes às mudanças nas instalações físicas, aquisição de equipamentos novos, inclusão de novos turnos de trabalho, contratação e treinamento de mão de obra, contratos de terceirização e fornecimento entre outros. Esse tipo de decisão deve assegurar as condições para cumprimento do plano.

Decisões envolvendo alterações de capacidade produtiva no curto e médio prazo, por exemplo, uso de horas extras, permitem negociação para elaboração do plano mestre de produção, definindo a forma mais adequada do que e quando produzir.

Podemos considerar quatro etapas para análise da capacidade produtiva de uma empresa, tendo em vista o seu plano de produção.

- a) Identificar os grupos de recursos a serem incluídos na análise.
- b) Obter o padrão de consumo (horas/unidade) de cada família incluída no plano, para cada grupo de recursos.
- c) Multiplicar o padrão de consumo de cada família para cada grupo de recursos, pela quantidade de produção própria prevista no plano para cada família.
- d) Consolidar as necessidades de capacidade para cada grupo de recursos.

Agrupar os produtos com roteiros de fabricação similares em famílias requer o uso do conceito de tecnologia de grupo, a partir de um enfoque sistêmico.

**Exercício 7.** Uma determinada empresa produz quatro famílias de produtos em uma linha de montagem com fornecimento a partir de cinco células de fabricação. Os padrões operacionais (consumo de recursos em horas/unidade), para cada grupo de recursos, são apresentados na Tabela 6, bem como o plano de produção das quatro famílias na Tabela 7.

**Tabela 6 – Uso de recursos versus família de produtos**

Família	Recursos					
	Montagem	Célula 1	Célula 2	Célula 3	Célula 4	Célula 5
1	0,3	0,5	0,4	0	0,2	0,5
2	0,4	0,5	0	0,5	0,6	0,3
3	0,5	0,3	0,2	0,6	0,4	0,5
4	0,5	0,4	0,5	0	0	0,4

**Tabela 7 – Plano de produção por família de produtos**

Plano de produção por família de produtos									
Família	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
1	230	230	250	270	270	270	230	230	1980
2	450	450	450	450	450	450	450	450	3600
3	400	400	400	420	420	400	400	400	3240
4	200	200	200	200	200	200	200	200	1600
<b>Total</b>	1280	1280	1300	1340	1340	1320	1280	1280	10420

De acordo com os dados das Tabelas, é possível calcular o total de horas de cada equipamento/recurso que deve ser utilizado para a produção por família, por trimestre.

Neste caso, o padrão de consumo por unidade multiplicado pela quantidade total prevista indicada pelo plano de produção permite dimensionar o uso dos recursos neste caso. A Tabela 8 apresenta os dados.

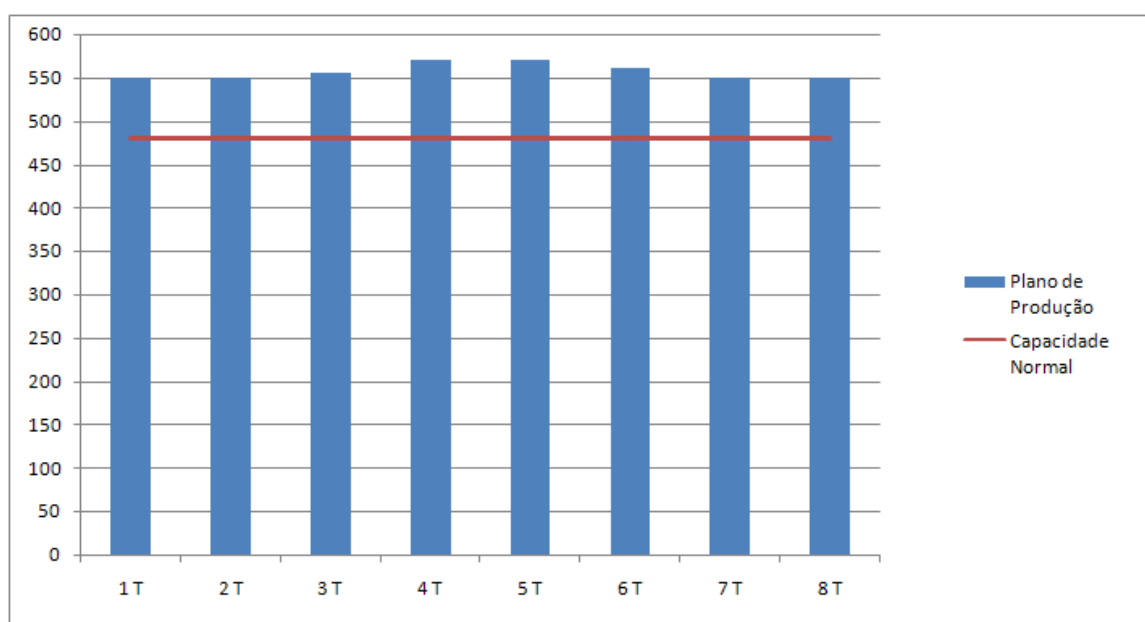


**Tabela 8 – Utilização de recursos para o plano de produção**

Utilização de recursos para produção - plano									
Recursos	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Montagem	549	549	555	571	571	561	549	549	4454
Célula 1	540	540	550	566	566	560	540	540	4402
Célula 2	272	272	280	292	292	288	272	272	2240
Célula 3	465	465	465	477	477	465	465	465	3744
Célula 4	476	476	480	492	492	484	476	476	3852
Célula 5	530	530	540	560	560	550	530	530	4330
<b>Total</b>	<b>2832</b>	<b>2832</b>	<b>2870</b>	<b>2958</b>	<b>2958</b>	<b>2908</b>	<b>2832</b>	<b>2832</b>	<b>23022</b>

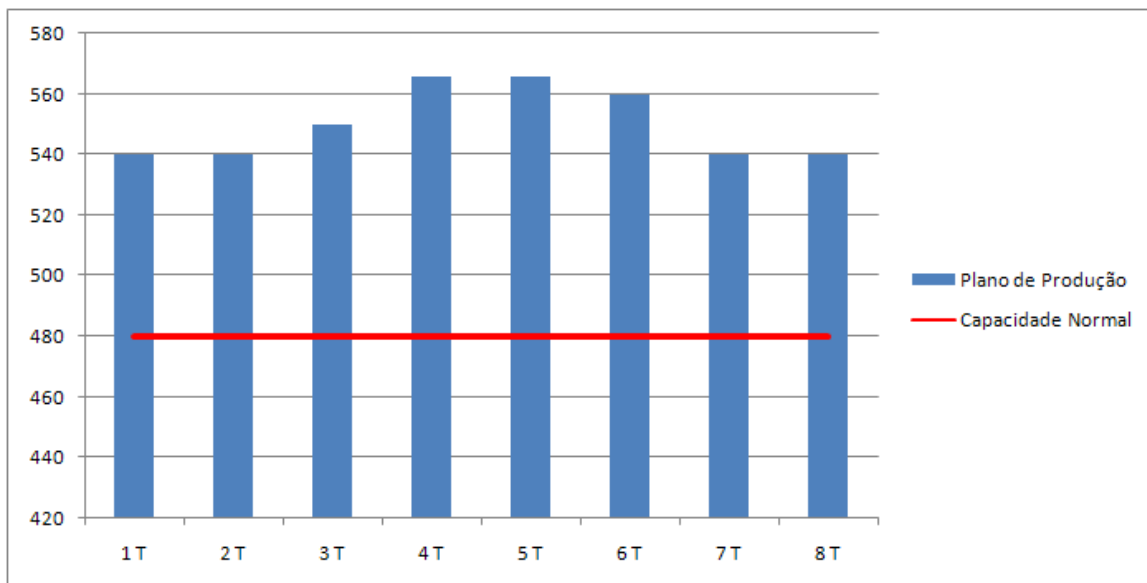
Com os dados de necessidades de recursos apontados e da capacidade para cada grupo de recursos definida, há a possibilidade de comparação dos valores obtidos com a disponibilidade atual identificando o que é preciso fazer para harmonizar a disponibilidade com a necessidade dos recursos a fim de operacionalizar o plano de produção proposto.

Na montagem, é possível identificar uma sobrecarga de trabalho da ordem de 14,375%  $((549 - 480) / 480)$ . Gráficamente o que ocorre de acordo com as Figuras 8 e 9. A disponibilidade considerada é de 480 horas normais de produção (40 horas / semana x 12 semanas / trimestre). As Figuras 9 a 13 apresentam os dados das células de fabricação.



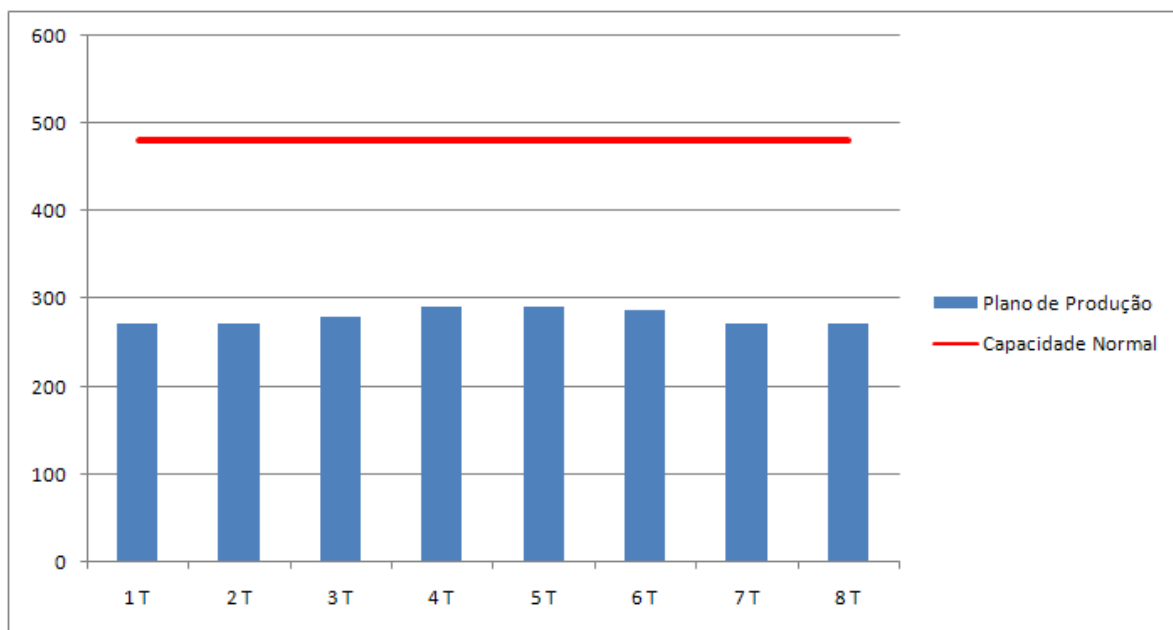
**Figura 8 – Capacidade do plano versus capacidade normal (montagem)**

**Fonte:** Acervo do autor.



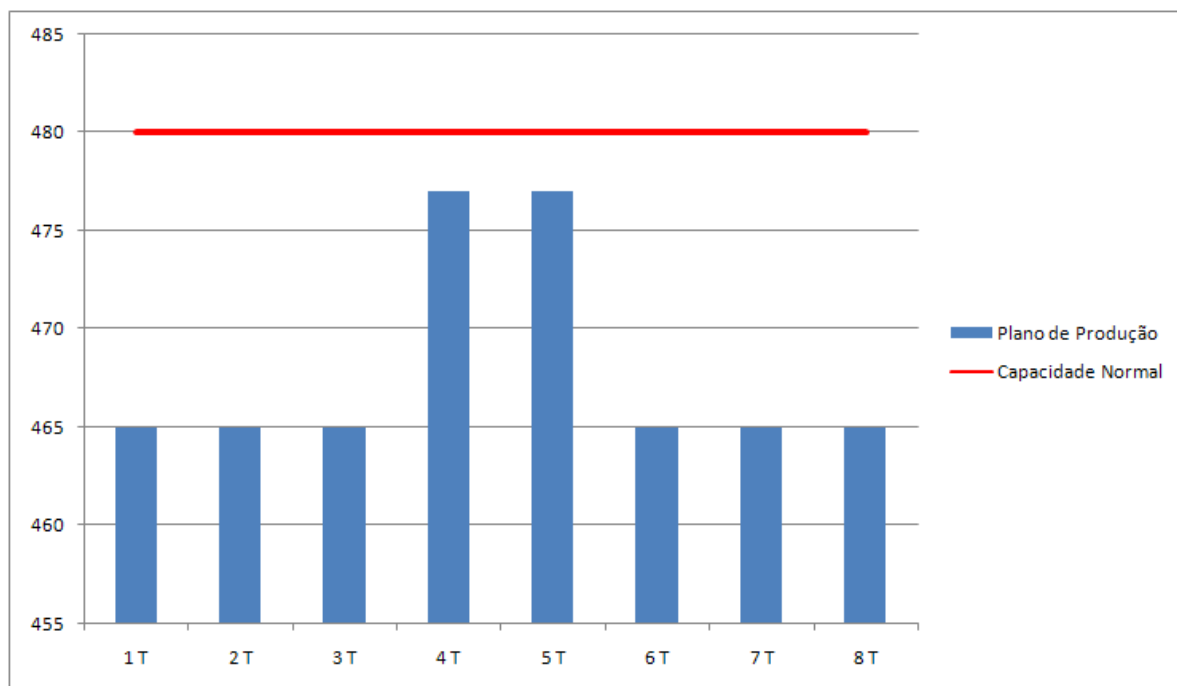
**Figura 9** – Capacidade do plano versus capacidade normal (célula 01)

**Fonte:** Acervo do autor.



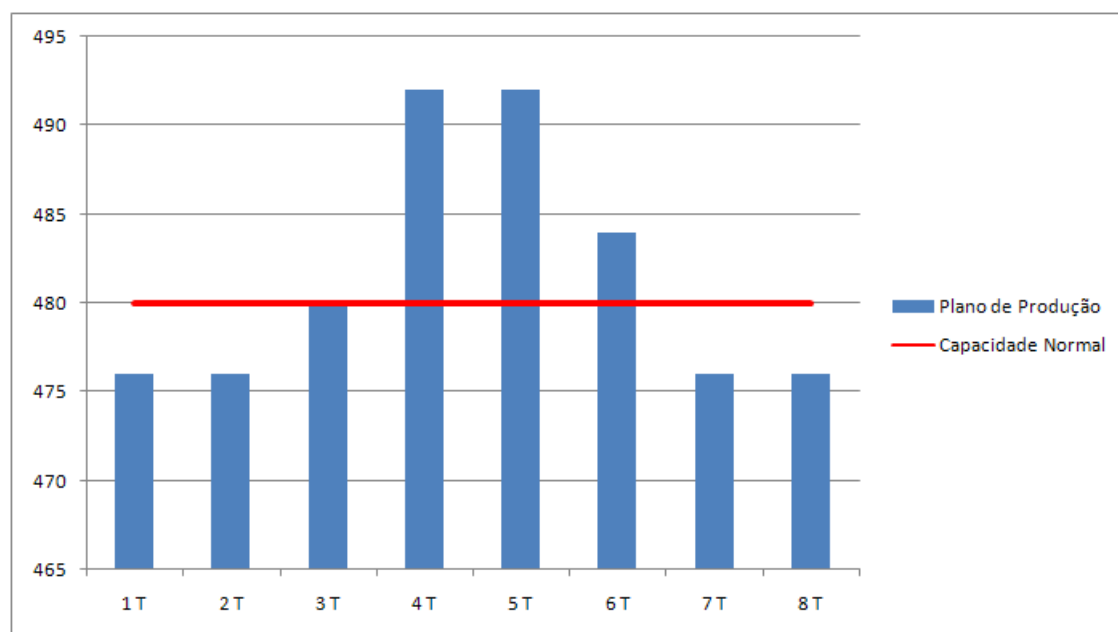
**Figura 10** – Capacidade do plano versus capacidade normal (célula 02)

**Fonte:** Acervo do autor.



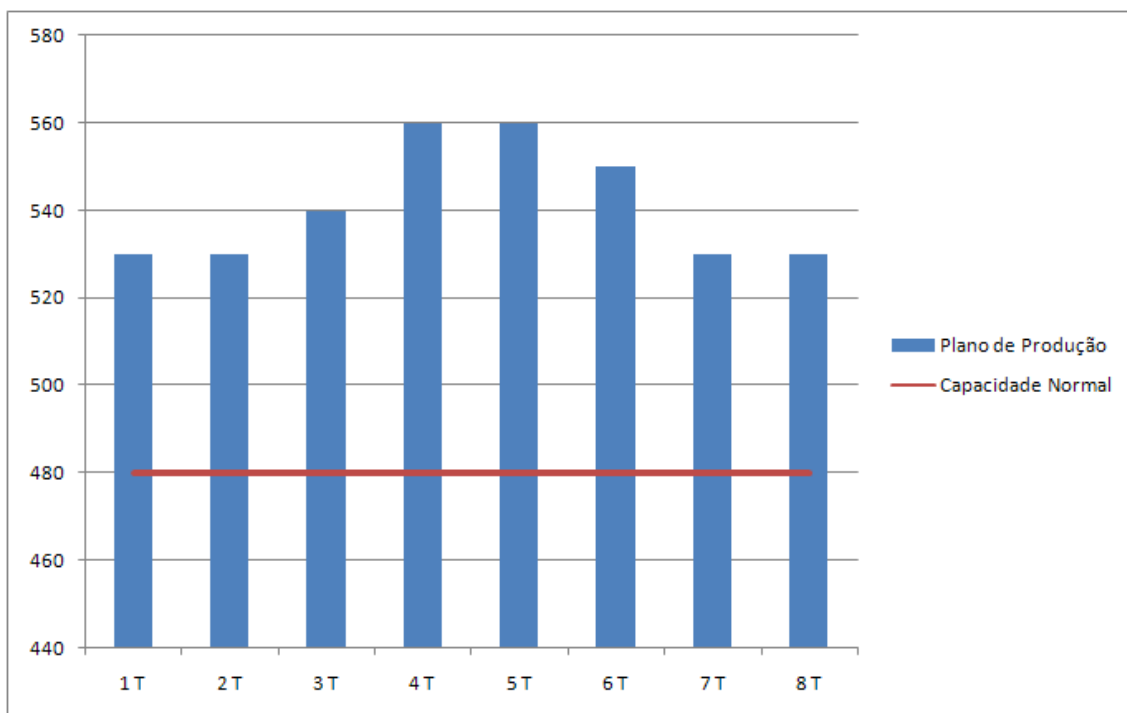
**Figura 11** – Capacidade do plano versus capacidade normal (célula 03)

**Fonte:** Acervo do autor.



**Figura 12** – Capacidade do plano versus capacidade normal (célula 04)

**Fonte:** Acervo do autor.



**Figura 13** – Capacidade do plano versus capacidade normal (célula 05)

**Fonte:** Acervo do autor

Contudo, há casos em que é necessária a busca de capacidade adicional a fim de minimizar a sobrecarga de trabalho em um determinado período podendo ser considerado: turnos extras de trabalho, subcontratação de terceiros ou contratação de mão de obra, alteração do ritmo de produção, entre alternativas, de modo a atender às necessidades dos clientes buscando manter a competitividade da empresa sem inviabilizar o negócio.

## Considerações finais

---

O fluxo de informações do SPCP é dinâmico e sua atualização em alguns casos tem uma alta frequência de mudança, alterando conseqüentemente o plano de produção diariamente. Contudo, o planejamento agregado requer validar as alterações do plano de produção em conjunto com o plano mestre a fim de conciliar a disponibilidade dos recursos materiais com os recursos de manufatura na mesma velocidade com que a demanda do *mix* dos produtos se altera.

Esse ajuste do plano requer decisões pertinentes a adequar o processo de atendimento à demanda também em decorrência das ocorrências de restrições de processo que surgem na fabricação.

Nesse caso, o planejamento agregado configurado a partir de procedimentos adequados e com dados concisos acaba por tornar-se referência para os ajustes que devem ser feitos. Esses ajustes quando da elaboração e execução do plano mestre de produção, de acordo com as informações da manufatura, validam o plano de capacidade dos recursos necessários à resposta do sistema de produção o que está sendo solicitado no plano mestre.

## **Atividades**

---

### **Atividade 1**

Descreva as quatro etapas para análise da capacidade produtiva, a partir do plano de produção.

### **Atividade 2**

Quais são os três processos principais para a hierarquização da função planejamento e controle da produção?

### **Atividade 3**

O processo de gestão das empresas nem sempre pode esperar pelos detalhes da programação da produção, tendo que se basear no plano agregado e nos planos de produção anteriores a esse envolvendo uma série de decisões. Descreva as decisões a serem tomadas.

### **Atividade 4**

De acordo com CORRELL (2007, 42) o modelo proposto de gestão integrada do negócio estruturado é mantido por três pilares. Quais são os pilares?

### **Atividade 5**

O planejamento de recursos críticos é realizado a partir de quais processos?

## Referencial de Resposta das Atividades

---

### Atividade 1

Podemos considerar quatro etapas para análise da capacidade produtiva de uma empresa, tendo em vista o seu plano de produção.

- a) Identificar os grupos de recursos a serem incluídos na análise.
- b) Obter o padrão de consumo (horas/unidade) de cada família incluída no plano, para cada grupo de recursos.
- c) Multiplicar o padrão de consumo de cada família para cada grupo de recursos, pela quantidade de produção própria prevista no plano para cada família.
- d) Consolidar as necessidades de capacidade para cada grupo de recursos.

### Atividade 2

Nesse contexto podemos apontar para a hierarquização da função planejamento e controle da produção com o propósito do planejamento de recursos críticos, realizado a partir de três processos principais:

1. Sales Operations Planning – S&OP – Planejamento Integrado do Negócio, que é o RRP, Planejamento das Necessidades de Recursos (Resource Requirements Planning – RRP). Esse processo conta, entre outros instrumento com o planejamento agregado da produção;
2. Master Planning Schedule – MPS – Planejamento Mestre, que é o Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (Rough-Cut Capacity Planning – RCCP);
3. E na execução o Planejamento de Capacidade de Curto Prazo (CRP – Capacity Requirements Planning), ou seja, o Planejamento de Capacidade Detalhada.

### Atividade 3

Nesse contexto o processo de gestão das empresas nem sempre pode esperar pelos detalhes da programação da produção, tendo que se basear no plano agregado e nos planos de produção anteriores a esse envolvendo uma série de decisões, sendo:

- quando é conveniente comprar antecipadamente e quando comprar;
- definir a previsão do orçamento para o próximo ano ou período com base em planos financeiros consistentes;
- negociar e definir prazos para entrega do que está sendo solicitado pelo cliente;
- avaliar as necessidades de contratação ou demissão de Mão de Obra;
- validar o plano de produção com a necessidade de atendimento à demanda e com a capacidade de atendimento da fábrica, direcionando o esforço de vendas para vendas futuras;

- com base no escopo apresentado definir os processos que precisam ser integrados no gerenciamento dos recursos da empresa para ser possível o controle das atividades do topo à base (envolve a execução no chão de fábrica).

#### **Atividade 4**

De acordo com CORRELL (2007, 42) a Figura 1 apresenta um modelo de gestão integrada do negócio estruturado em três pilares:

1. Gerenciamento de produtos;
2. Gerenciamento da demanda e;
3. Gerenciamento de suprimentos.

#### **Atividade 5**

O planejamento de recursos críticos é realizado a partir de três processos:

1. Sales Operations Planning – S&OP – Planejamento Integrado do Negócio, que é o RRP, Planejamento das Necessidades de Recursos (Resource Requirements Planning – RRP), Planejamento Agregado da Produção;
2. Master Planning Schedule – MPS – Planejamento Mestre, que é o Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (Rough-Cut Capacity Planning – RCCP), Planejamento Mestre da Produção;
3. E na execução o Planejamento de Capacidade de Curto Prazo (CRP – Capacity Requirements Planning), ou seja, o Planejamento de Capacidade Detalhada, Programação da Produção.



## **Atividades de Avaliação Continuada**

---

### **Atividade 1**

Quais são as quatro funções básicas do processo de atendimento à demanda?

### **Atividade 2**

Quais são os três níveis de planejamento?

### **Atividade 3**

Conceitualmente como literatura define as funções do PCP?

### **Atividade 4**

Quais são as informações necessárias do plano agregado da produção?

### **Atividade 5**

Definir eficiência e eficácia.

### **Atividade 6**

Qual a vantagem e desvantagem de se manter a taxa de produção constante?

### **Atividade 7**

O plano agregado de produção deve direcionar o plano de produção de médio prazo com qual propósito?

### **Atividade 8**

Quais são as técnicas aplicadas para a elaboração de um plano de produção?

### **Atividade 9**

Quais são os passos necessários para se estruturar o plano agregado de produção?

### **Atividade 10**

Quais são as quatro etapas que podem ser consideradas para a análise de capacidade produtiva?

---

## Referencial de Resposta das Atividades de Avaliação Contínua

---

### Atividade 1

Podemos então dividir o processo de atendimento à demanda, inicialmente, em quatro funções básicas:

1. Planejamento;
2. Organizar;
3. Controlar;
4. Coordenar.

### Atividade 2

Em geral, o horizonte de tempo a ser considerado nos três níveis de planejamento mencionado é composto por três tipos de período de tempo:

1. Futuro imediato (curto prazo): definição de planos a partir do processo de Programação da Produção e decisões de controle de estoques caracterizado por espaços de tempo de curtíssimo prazo.
- 2, Empresas que operam com intervalo de tempo, entre o recebimento do pedido e a entrega do produto final, em torno de 2 a 3 dias, normalmente não aplica o plano mestre das ordens de produção pendentes para um período superior a 3 dias, a não ser para inserir pedidos futuros previstos e não firmados para avaliação de capacidade futura;
3. Futuro intermediário (médio prazo): horizonte de planejamento, que na maioria dos casos compreende um horizonte de tempo em torno de seis meses a um ano e no qual se baseia o Plano Agregado da Produção como suporte ao processo inicial do Planejamento de Vendas e Operações.

### Atividade 3

É importante ressaltar quanto ao processo de transformação:

1. Os autores CORRÊA & GIANESI (1996) consideram como funções do planejamento na operação: a) planejamento, b) programação e c) controle da produção, ou seja, as atividades relacionadas à programação da produção antecedem as atividades de controle;
2. Já os autores FERNANDES & GODINHO (2010) consideram como funções do planejamento na operação: a) planejamento e b) controle da produção, ou seja, as atividades relacionadas à programação da produção são atividades do escopo do controle. Essa consideração é devido à programação da produção ter a função de estruturar a lista de tarefas a ser executada considerando as particularidades a serem respeitadas na execução, a qual representa as prioridades a serem consideradas na fabricação como: a due date (data de entrega), ordens com maior tempo de processamento executadas primeiro, matriz de setup com o propósito de minimizar o tempo de setup total da operação, ordens de clientes com contrato de fornecimento e conseqüente multa referente a não entrega no prazo, entre outros.

Contudo, os autores consideram que nesse contexto as atividades de programação também são atividades de controle.

Observação: o autor do presente capítulo considera mais adequado a consideração dos autores FERNANDES & GODINHO (2010) mais adequada.

#### Atividade 4

Informações necessárias	
Informações	Descrição
Recursos	Equipamentos, instalações, força de trabalho, taxa de produção
Previsão Demanda	Demanda prevista para a família de produtos
Políticas Alternativas	Subcontratações, turnos extras, atrasos de entregas, estoques, etc.
Dados de Custos	Produção normal, estocagem, subcontratações, turnos extras, etc.

#### Atividade 5

Atender a demanda no prazo e na quantidade que o cliente deseja define o quanto a manufatura é eficaz, por exemplo, os combustíveis álcool e gasolina são eficazes ao manterem o motor em funcionamento de um equipamento: máquinas a combustão *flex*.

Atender a demanda no prazo e na quantidade que o cliente deseja com o mínimo de recursos a serem utilizados para um mesmo volume em unidades define o quanto a manufatura é eficiente, por exemplo, os combustíveis álcool e gasolina são eficazes ao manterem o motor em funcionamento de um equipamento: máquinas a combustão *flex*, mas, o combustível gasolina é mais eficiente, pois em um mesmo trajeto seu consumo é inferior ao consumo do combustível álcool.

Um veículo popular nas mesmas condições de velocidade e peso transportado para um mesmo trajeto consome aproximadamente 1 litro de álcool a cada 10 km rodados enquanto que deve consumir em torno de 1 litro de gasolina a cada 14 km ou mais para o mesmo trajeto. Nesse caso ambos os combustíveis são eficazes por manterem o motor em funcionamento e movimentar o equipamento no trajeto definido, mas possuem eficiência diferente em função do consumo por Km rodado.

A questão a ser respondida na decisão de utilizar um ou outro combustível está no custo por litro de cada um dos combustíveis que no caso para a opção a gasolina não pode ser superior a  $\Rightarrow (14 - 10) / 10 = 40\%$ .

$\Rightarrow$  gasolina (R\$ 2,5 por litro)  $\Rightarrow$  percurso de 100 km  $\Rightarrow$  custo = R\$ 2,5 \* (100/14) = R\$ 17,86  
 $\Rightarrow$  álcool (R\$ 1,786 por litro = 71,44% do valor por litro do combustível gasolina (R\$ 1,786 / R\$ 2,5))  $\Rightarrow$  percurso de 100 km  $\Rightarrow$  custo = R\$ 1,786 \* (100/10) = R\$ 28,00

Contudo, o uso dos combustíveis, álcool ou gasolina, somente é interessante quanto à relação do valor por litro entre eles não for superior a 28,56%. Para as condições definidas caso a relação seja superior, o valor do litro da gasolina maior do que 28,56% com relação ao valor por litro do álcool é mais eficiente o uso do álcool caso contrário é mais eficiente o uso da gasolina.

Na manufatura o valor hora da operação de uma máquina também deve ser considerado nesse tipo de decisão, além do fato que máquinas com tecnologia superior têm forte influência na relação eficácia e eficiência.

## **Atividade 6**

Manter uma taxa constante de produção pode representar vantagem ou benefício, que se traduz em privilegiar a utilização eficiente dos recursos produtivos permitindo às empresas na operação manter lotes maiores de produção, minimizando o tempo de “setup” das máquinas, contribuindo para minimizar os custos operacionais envolvidos. A desvantagem reside justamente na necessidade de financiar os estoques dos clientes, o que exige um maior capital de giro, tornando, em alguns casos, inviável manter a operação. Outra desvantagem é manter excesso de estoque de produtos que podem não apresentar o desempenho esperado de vendas nas trocas de coleção ou durante o período em que a coleção é lançada. O resultado são volumes residuais em unidades desses produtos definidos por esse tipo de empresa como produtos descontinuados e que acabam não sendo vendidos nem com o uso de promoções, pois se tornaram defasados com relação à nova coleção.

## **Atividade 7**

O plano agregado de produção deve direcionar o plano de produção de médio prazo de modo que:

1. O nivelamento dos níveis de estoque além de considerar as limitações ou restrições de capacidade do sistema produção avalie os produtos acabados quanto às possibilidades do volume por unidade a ser vendido de cada família de produtos, com o objetivo de minimizar os desvios da demanda real com a demanda planejada;

Contudo, a avaliação das etapas de fabricação do produto quanto à similaridade para uma ampla gama de produtos permite adequar a capacidade de resposta da fábrica com a necessidade do mercado consumidor sem onerar o custo operacional com estoques com risco de não ter a venda efetivada. Em outras palavras, no caso da indústria de confecção pode haver fios de determinada cor que são utilizados em grande volume para a grande maioria dos produtos fabricados independente da família dos produtos e que seu consumo médio independe da projeção das vendas da coleção se efetivar. No caso manter estoque de determinados componentes ou matérias primas utilizados na fabricação dos produtos acabados com baixo risco de não serem consumidos pode ser uma estratégia.

## **Atividade 8**

Entre as técnicas aplicadas há:

\_ Técnicas matemáticas: Modelo de Programação Linear, programação por objetivos, simulação, função-produção;

\_ Técnicas informais: baseadas em tentativa e erro, com o uso de tabelas e gráficos para visualizar as situações possíveis a partir de cenários e decidir pela mais viável.

## **Atividade 9**

Para estruturar o plano de produção agregado podemos adotar os seguintes passos:

1. Agrupar os produtos em “famílias” de produtos.
2. Definir o horizonte e os períodos de tempo do plano agregado.
3. Obter a previsão da demanda das “famílias” para o horizonte de tempo definido.

4. Calcular a capacidade de produção da manufatura por período, apontando todas as alternativas possíveis para o uso dos recursos de produção definindo o turno normal, turno extra, terceirização, etc.
5. Adotar as políticas de produção e de estoque, a base para a elaboração do plano envolvendo questões relativas a não atrasar as entregas, estabilidade de seis meses da M.O., manter estoque de segurança em torno de 10%, etc.
6. Calcular os custos de cada alternativa de produção.
7. Elaborar os planos de produção alternativos e calcular os custos decorrentes de cada um.
8. Adotar o plano agregado mais viável considerando os aspectos de competitividade da manufatura.

### **Atividade10**

Podemos considerar quatro etapas para análise da capacidade produtiva de uma empresa, tendo em vista o seu plano de produção.

- a) Identificar os grupos de recursos a serem incluídos na análise.
- b) Obter o padrão de consumo (horas/unidade) de cada família incluída no plano, para cada grupo de recursos.
- c) Multiplicar o padrão de consumo de cada família para cada grupo de recursos, pela quantidade de produção própria prevista no plano para cada família.
- d) Consolidar as necessidades de capacidade para cada grupo de recursos.

## **Atividades de Avaliação Presencial**

---

### **Atividade 1**

Definir plano agregado de produção.

### **Atividade 2**

Definir gestão integrada de negócio

### **Atividade 3**

Qual o propósito do planejamento das necessidades de recursos?

### **Atividade 4**

Qual a aplicação prática das ferramentas de planejamento de capacidade de recursos?

### **Atividade 5**

Definir SPCP.

## Referencial de Resposta das Atividades de Avaliação Presencial

---

### Atividade 1

O plano agregado de produção deve ser visto como sendo o resultado das opções estratégicas da empresa que deve demonstrar através de cenários a dinâmica do sistema de operações para um determinado momento com projeções futuras baseadas no cenário de um passado não distante.

O propósito e, contudo, o objetivo de se estabelecer planos de produção é direcionar os recursos produtivos, de modo a que esses recursos dêem suporte às estratégias definidas pela alta direção no atendimento à demanda. Nesse caso a integração dos níveis hierárquicos do planejamento junto com o controle da produção deve considerar a decisão quanto ao dimensionamento dos níveis estoques de matéria prima, componentes, material em processo e produtos acabados que devem ser mantidos. Assim como, o dimensionamento dos recursos humanos ou mão de obra necessária, máquinas e instalações disponíveis para o atendimento à demanda projetada para os bens e serviços que a empresa oferece.

### Atividade 2

A parte superior da Figura 1 que apresenta o escopo da Gestão Integrada do Negócio (S&OP – Sales and Operations Planning) envolve um processo ou procedimentos relacionados à Revisão Gerencial do Negócio. A revisão é o ponto principal do processo de Gestão Integrada do Negócio (S&OP – *Sales and Operations Planning*) envolvendo uma revisão concisa e decisiva de planejamentos mensais recomendados o que deve permitir a composição de soluções a serem propostas para diferentes questões relacionadas ao atendimento à demanda.

### Atividade 3

O Planejamento das Necessidades de Recursos ajuda a identificar apenas os recursos-chave ou críticos disponíveis para os volumes agregados das famílias de produtos entre 18-24 meses e define o Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (*Rough-Cut Capacity Planning* – RCCP), é o Planejamento Agregado da Produção. Neste nível são avaliados apenas os recursos-chave ou críticos em nível individual de algum item do Plano Mestre.

### Atividade 4

As ferramentas de planejamento de capacidade de recursos e o RCCP – Planejamento de Capacidade de Médio Prazo (*Rough-Cut Capacity Planning* – RCCP) geralmente utilizadas para análises rápidas no Processo de Gestão Integrada do Negócio (S&OP – *Sales and Operations Planning*). O objetivo é ter a certeza de que não há nenhuma restrição de recurso evidente antes mesmo de começar uma atividade de planejamento detalhado. Todos os recursos necessários como pessoas, equipamentos e instalações precisam estar disponíveis para suportar os planejamentos propostos.

---

## **Atividade 5**

Segundo (CORRÊA & GIANESI, 1996) SPCP (Sistemas de planejamento e controle da produção) são sistemas que proveem informações que suportam o gerenciamento eficaz do fluxo de materiais, da utilização da mão de obra e equipamentos, a coordenação de fornecedores e distribuidores e a comunicação/interface com os clientes no que se refere a suas necessidades operacionais.



## **Referências Bibliográficas**

---

AZZOLINI, W. A.; Adquirindo Controle. Editora Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Paulo. 2012.

CORREA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M.; Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II / ERP. Ed. Atlas, São Paulo. 1997.

CORRELL, J. G., EDSON, N. W.; Gaining Control – Capacity Management and Scheduling, New York, Norris W. Edson, 3ª edição. 2007.

FERNANDES, F. C. & GODINHO, M.; Planejamento e Controle da Produção, Editora Atlas, São Paulo, 2010.