



Planejamento, programação e controle de produção

Planejamento, programação e controle de produção

Júlio César da Costa

© 2016 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Dieter S. S. Paiva

Camila Cardoso Rotella

Emanuel Santana

Alberto S. Santana

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Cristiane Lisandra Danna

Danielly Nunes Andrade Noé

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Grasiele Aparecida Lourenço

Paulo Heraldo Costa do Valle

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisor Técnico

Leonardo Ferreira

Editoração

Emanuel Santana

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Cristiane Lisandra Danna

André Augusto de Andrade Ramos

Erick Silva Griep

Adilson Braga Fontes

Diogo Ribeiro Garcia

eGTB Editora

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Costa, Júlio César da
C837p Planejamento, programação e controle de produção /
Júlio César da Costa. – Londrina : Editora e Distribuidora
Educacional S.A., 2016.
320 p.

ISBN 978-85-8482-562-2

1. Administração da produção. I. Título.

CDD 658.5

Sumário

Unidade 1 Introdução ao planejamento, programação e controle de produção	7
Seção 1.1 - PPCP no contexto estratégico	10
Seção 1.2 - PPCP e sistemas de produção	27
Seção 1.3 - Previsão de demanda	47
Seção 1.4 - Técnicas de previsão de demanda	66
Unidade 2 Planejamento agregado, planejamento mestre da produção e MRP	87
Seção 2.1 - Planejamento agregado	89
Seção 2.2 - Planejamento mestre da produção	108
Seção 2.3 - Planejamento das necessidades de materiais - MRP	125
Seção 2.4 - Planejamento das necessidades de manufatura - MRP II	144
Unidade 3 Programação e controle de produção	163
Seção 3.1 - Planejamento da capacidade	166
Seção 3.2 - Programação e sequenciamento da produção	186
Seção 3.3 - Liberação de ordens e acompanhamento da produção	206
Seção 3.4 - Sistemas de controle da produção	223
Unidade 4 Sistemas de PPCP no chão de fábrica	243
Seção 4.1 - Sistema JIT versus MRP	245
Seção 4.2 - Sistema Kanban	263
Seção 4.3 - Nivelamento de produção	280
Seção 4.4 - Lote econômico de produção	298

Palavras do autor

Olá, aluno!

Seja bem-vindo.

Você sabia que empresas de diferentes tamanhos e atividades buscam encontrar o equilíbrio entre o melhor custo operacional e o bom atendimento ao cliente? Pois é! Os recursos de capital, equipamentos e ferramentas, mão de obra, espaço físico e estoques, entre outros, devem estar dimensionados para atender ao nível de serviço que o cliente espera. Por exemplo, o nível de serviço (prazo, qualidade, pré-venda e assistência técnica) esperado pelo cliente que compra um carro de luxo será diferente do nível de serviço esperado por alguém que compra um guarda-chuva. O primeiro cliente espera um atendimento personalizado, que o carro seja produzido conforme seu gosto e que o serviço pós-venda seja rápido e perfeito, a produção do seu carro será disparada a partir da sua solicitação. O segundo cliente espera se proteger de uma chuva que pode ser momentânea, e deseja apenas que haja um guarda-chuva no estoque da loja e que esse seja barato.

As empresas precisam pensar estrategicamente em quais clientes anseiam atender e então planejar toda a operação com base nessa estratégia. A escolha por uma estratégia competitiva define a alocação de recursos e as habilidades organizacionais necessárias para produção dos bens e/ou serviços oferecidos ao mercado.

O PPCP participa do planejamento de uso dos recursos desde o nível estratégico até o nível operacional. Ele tem conhecimento sobre as demandas projetadas para o futuro, planeja e aloca os recursos (P de Planejamento), detalha quais materiais, quanto e quando devem ser produzidos (P de Programação) e controla a produção (C de Controle). Assim, as diferentes áreas das empresas conhecem suas responsabilidades e metas e trabalham para cumpri-las.

Ao longo do curso, desenvolveremos a competência geral, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade.

Não precisa se assustar, trabalharemos juntos, com o objetivo de entendermos e colocarmos em prática as atividades e decisões inerentes ao PPCP. É importante que você se empenhe em estudar o material disponibilizado antes das aulas e revise o material pós-aula e, se possível, busque pesquisar mais sobre o assunto. Quanto mais você se aprofundar no tema, maior será seu conhecimento e suas possibilidades no mercado de trabalho.

Pensando no seu aprendizado, este livro está dividido em quatro unidades:

Na primeira unidade, você terá uma introdução sobre PPCP, os diferentes posicionamentos estratégicos das empresas, níveis hierárquicos de planejamento e o relacionamento das demais áreas/atividades com o PPCP, aprenderá também sobre o PPCP e os sistemas de produção, sobre previsão da demanda, perfil e tipos de demanda, técnicas qualitativas e quantitativas de previsão de demanda.

Na segunda unidade, você conhecerá mais sobre a programação da produção (o segundo P do PPCP), o que é planejamento agregado, como se faz um planejamento mestre de produção (PMP) e como, a partir do PMP, se gera as necessidades de materiais e recursos utilizando o MRP e MRPII.

A terceira unidade está relacionada às atividades de programação e controle de produção, o que é e como se faz o sequenciamento da fábrica, de maneira a aproveitar melhor os recursos. Em que momento as ordens de produção são disponibilizadas aos responsáveis pela operação, como controlar a execução dessas ordens disponibilizadas e rastrear-las.

A quarta e última unidade trata da atuação do PPCP no chão de fábrica, como o PPCP trabalha com produção empurrada x puxada, *just In time* (JIT) x MRP, utilização de *Kanban*, que permite a visualização e controle da operação a partir de cartões ou outros tipos de sinalizações coloridas, facilitando a gestão a vista. Nivelamento de produção para melhor aproveitamento dos recursos, evitando "picos e vales", momentos em que as pessoas e máquinas ficam ociosas ou momentos em que precisam fazer hora extra, nesse contexto, é importante conhecermos sobre lote econômico de produção (LEP), que informa a quantidade mínima de produção de um item para que ele atinja a rentabilidade desejada.

Bons estudos!

Introdução ao planejamento, programação e controle de produção

Convite ao estudo

Olá, aluno! Você sabia que o Planejamento, Programação e Controle de Produção (PPCP) tem se tornado cada vez mais importante para que empresas de diferentes segmentos, tamanhos e localidades se tornem competitivas?

Pois é! Nos últimos anos, com melhorias de infraestrutura, livre comércio entre os países, qualidade dos produtos e, principalmente, tecnologias de comunicação (internet), as empresas competem em escala mundial, ou seja, uma empresa no Brasil pode ter como concorrente uma empresa chinesa, que consegue enviar um produto encomendado pela internet em um curto prazo, com qualidade e preço bastante interessante. Essas possibilidades de atendimento tornaram os clientes mais exigentes e seletivos e as empresas precisam atendê-los onde estiverem, no tempo correto, na quantidade correta, com a qualidade e custos esperados.

Nesta unidade, conheceremos os conceitos e fundamentos do PPCP e por que essa sistemática tem função essencial para que as empresas sejam competitivas nos mercados globais e dinâmicos, garantindo eficiência dentro dos conceitos modernos de produtividade e qualidade.

O planejamento dos recursos e atividades das empresas é o ponto de partida para o sucesso, sem planejamento a empresa está à deriva, sem saber que rumo tomar diante das adversidades. O PPCP, interagindo com outras áreas da empresa, consegue preparar e apresentar esse planejamento, para que todos os responsáveis busquem alcançar suas metas e corrigi-las quando houver problemas.

Desenvolveremos a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologia para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantem a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade, e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a realizar o planejamento da produção.

Não precisa se assustar com os termos. Caminharemos juntos passo a passo e no final, você vai perceber que há uma sequência lógica de atividades em um sistema produtivo que, se seguida, fará de você um técnico e gestor competente.

Parece algo distante? Os conceitos e técnicas aplicados no PPCP são utilizados quando vamos preparar, por exemplo, um churrasco para os amigos. Nós precisamos saber quantas pessoas participarão, divididos em homens, mulheres e crianças (demanda). Com base nessas informações sabemos quanto devemos comprar de carne, frango, linguiça e coração; quanto devemos comprar de bebidas, salada, vinagrete, arroz, sobremesa, carvão, gelo, talheres, pratos etc. Precisamos dimensionar número de cadeiras, mesas e lixeiras. Pensar em quando (cronograma) colocar as bebidas para gelar e acender o fogo, e qual o sequenciamento de entrada na churrasqueira; primeiro a carne, depois a linguiça, depois coração (aquela carne especial e cara por último). Quem irá “pilotar” a churrasqueira, quem irá servir os convidados e depois da festa, quem irá limpar o “salão”.

Quanto melhor a execução de todo o planejamento, maior a possibilidade de sucesso do churrasco, mais risadas, histórias para contar e popularidade entre os amigos.

Auxiliaremos você, aluno, a utilizar os métodos e técnicas aprendidos na prática, e para que isso ocorra, ajudaremos o Sr. Abílio a colocar a empresa Benfica nos eixos. A empresa que fabrica móveis para bares e restaurantes prosperou e cresceu muito nos últimos anos e esse crescimento trouxe alguns problemas de organização. Não estão definidas as

responsabilidades de cada área, não há um fluxo lógico de informações e um plano de produção a ser seguido. Essa desorganização tem gerado excessos de estoque e falta de produtos aos clientes, que estão cada vez mais insatisfeitos.

Você terá um árduo trabalho e deverá realizar as seguintes atividades: i) analisar a hierarquia e os processos relacionados ao PPCP; ii) analisar os sistemas produtivos e as estratégias referentes; iii) analisar a demanda; e iv) realizar a previsão de demanda.

Você ficará feliz e motivado quando perceber as melhorias que podemos implementar na empresa Benfica.

Bons estudos!

Seção 1.1

PPCP no contexto estratégico

Diálogo aberto

Caro aluno, vamos conhecer um pouco mais a história da empresa Benfica?

O Sr. Abílio é um português que vive no Brasil há mais de 40 anos e que trabalhou boa parte desse tempo como marceneiro. Há 15 anos ele percebeu que havia uma boa oportunidade para produzir móveis para bares e restaurantes. Dessa maneira, começou a empresa Benfica de fabricação e comercialização de móveis (tem esse nome porque ele é torcedor do time português de futebol Benfica).

A empresa, que no início tinha cinco pessoas, incluindo Sr. Abílio, sua esposa e três funcionários, rapidamente cresceu e hoje está com 105 funcionários, distribuídos entre áreas de desenvolvimento, administrativa, marketing, comercial, TI e operacional. A variedade de produtos e serviços também mudou muito em relação ao início da operação. Naquela época, as mesas e cadeiras eram fabricadas em madeira, sem muitas opções de cores. Nos dias de hoje são 25 modelos fabricados em madeira, plástico, inox e ferro.

Os problemas também aumentaram muito e a empresa Benfica já não consegue atender as demandas a contento, faltam algumas matérias-primas, sobram outras, há inúmeros materiais em processo que não são concluídos devido às frequentes alterações na produção e, principalmente, os clientes estão insatisfeitos com os atrasos na entrega.

Não há planejamento das atividades e nem um fluxo estruturado de informação, abastecimento e movimentação de materiais, o pessoal da área de vendas se comunica diretamente com os operadores das máquinas, que alteram a produção conforme quem "grita" mais. Na área fabril há diversos produtos que foram iniciados e não concluídos, ocupando espaços importantes na fábrica, sem gerar receita.

Sr. Abílio está com dificuldades financeiras e decidiu procurar uma empresa júnior vinculada à faculdade para ajudá-lo. Você faz parte da empresa júnior e do projeto, e precisa apresentar soluções que auxiliem a empresa Benfica a sair desse caos, voltando a ter um crescimento sustentável.

O que você acha de iniciarmos o trabalho mapeando os processos e relações entre as áreas da empresa? Para alcançarmos esse resultado tomaremos como base as atividades relacionadas ao PPCP, os níveis de decisão e responsabilidade inerentes a essa área e áreas correlatas. Sua parte é estudar os conceitos aplicados em aula e pesquisar as fontes sugeridas neste livro didático e outras fontes relacionadas e indicadas. Nossa parte é lhe dar suporte nesta jornada de aprendizado. Então, vamos nessa?

Não pode faltar

Olá, aluno! Para entendermos um pouco mais sobre PPCP vamos voltar um pouco na história e descobrir em que momento ele se tornou tão importante.

Até por volta do ano de 1800 a produção era artesanal, ou seja, os produtos comercializados eram produzidos por artesãos em suas casas. Esses artesãos eram responsáveis pelo desenvolvimento do produto, geralmente em conjunto com o cliente, responsáveis pela compra dos insumos, pela construção das máquinas e ferramentas necessárias, pela produção e entrega do produto final.

Nessa época os produtos eram raros e caros, porque o lead times (tempo de produção e entrega) eram altos, os insumos e ferramentas caros e muitas vezes exclusivos para aquele produto (não poderiam ser usados em outros produtos). Um automóvel, por exemplo, seria construído pelo dono da oficina, que tomaria nota das especificações do cliente e o entregaria após meses de trabalho. Esse automóvel seria testado na estrada, acompanhado do dono da oficina, que o modificaria de acordo com o gosto do cliente. O carro seria único e o custo alto.

Essa história começou a mudar no século XVIII com a mecanização da indústria têxtil na Inglaterra. As atividades desempenhadas por centenas de tecelões, em suas casas, com

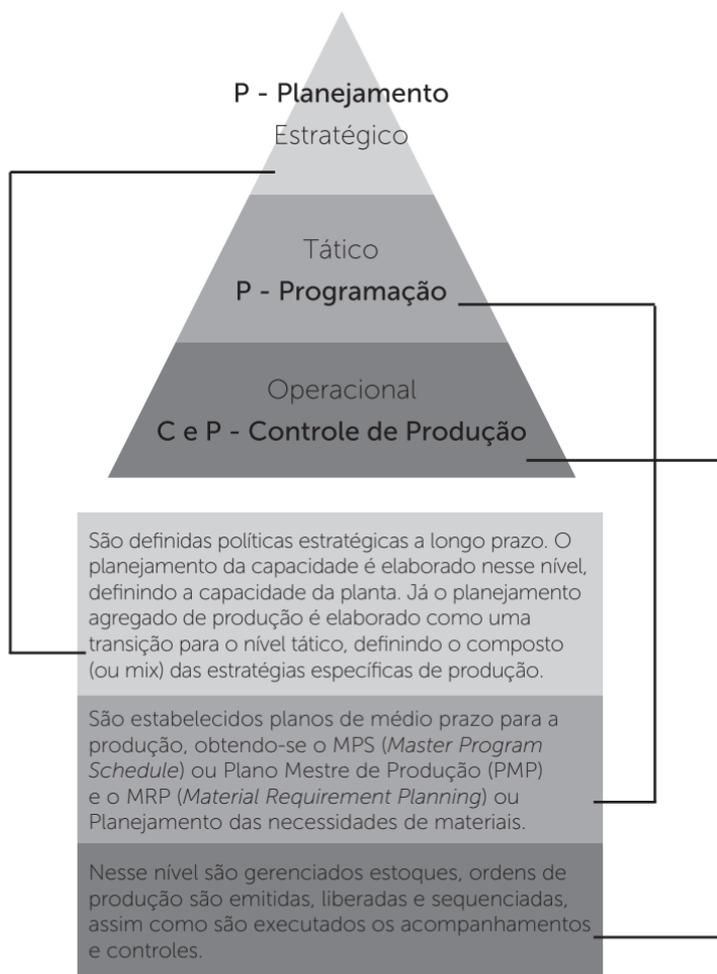
suas fiandeiras, foram levadas para grandes máquinas de tecer e, dessa maneira, nasceu a fábrica. Os grupos de trabalhadores se dirigiam às fábricas, em horários determinados e recebiam seus salários por horas trabalhadas. Os empresários e donos das fábricas precisavam aproveitar ao máximo o tempo dessa mão de obra (recursos humanos) e para isso era importante que os insumos estivessem disponíveis para produção (compra de materiais) e que máquinas e ferramentas estivessem funcionando (recursos físicos).

Nascia assim, mesmo que ainda sem esse nome, o PPCP (Planejamento, Programação e Controle de Produção), responsável pelo planejamento, coordenação e aplicação dos recursos humanos (mão de obra), recursos físicos (instalações, maquinários e ferramentas), capital (dinheiro) e matéria-prima na produção de bens e serviços. Ele tem papel fundamental em disponibilizar os recursos certos no tempo certo.

Mas qual o foco do PPCP? Duas variáveis balizam o trabalho do PPCP: redução de custo x atendimento ao cliente. Dessa forma, disponibilizar mais recursos que o necessário pode ser bom para o atendimento ao cliente, porém, muito custoso para a empresa, e disponibilizar menos recursos que o necessário pode gerar menores custos, porém, pode deixar o cliente insatisfeito. Então, qual a melhor opção? O PPCP procura, justamente, o equilíbrio entre essas variáveis.

E como é desmembrado os planos dentro da organização? O PPCP estabelece planos de Produção nos níveis hierárquicos estratégico, tático e operacional, a partir de informações advindas de outras áreas da empresa, como Marketing, Produção e Financeiro, planos esses que devem ser cumpridos com eficácia e eficiência.

Figura 1.1 | Níveis hierárquicos e estratégicos de PPCP



Fontes: adaptada de Lustosa et al. (2008).



Assimile

Eficácia – alcançar uma meta preestabelecida, por exemplo, uma indústria de sapatos que produz e entrega os 1.000 pares descritos no plano de produção, no tempo certo.

Eficiência – alcançar uma meta preestabelecida com o menor custo, por exemplo, essa mesma indústria produz e entrega os 1.000 pares utilizando menos pessoas, menos energia, com menos material, ou seja, com menor custo.

Até mais ou menos duas décadas atrás o PPCP estava relacionado a atividades operacionais e não participava dos planejamentos e ações estratégicos das empresas, o resultado é que havia uma grande discrepância entre as ações planejadas e as atividades executadas pela operação. Vamos entender por quê?

Como vimos na história do PPCP, quando um produto é artesanal, ele tende a se tornar mais caro, porque é raro (às vezes, exclusivo), as ferramentas e até maquinários apenas serão usados na confecção desse produto e o tempo de entrega (lead time) é longo. Os artesãos têm profundo conhecimento sobre os produtos que entregam e seus processos de fabricação, já o profissional da fábrica conhece apenas uma parte do produto e do processo de fabricação, ele trabalha repetitivamente em uma tarefa e passa para o próximo colega, que dará continuidade ao trabalho. Nas fábricas os tempos de entrega são mais rápidos e as ferramentas, máquinas e matérias-primas podem ser utilizadas para a produção de centenas, até milhares de um mesmo produto, tornando-o mais barato.

É difícil uma empresa conseguir atender todos os tipos de clientes (luxo e popular, por exemplo), e de acordo com Tubino (2010), uma das primeiras decisões estratégicas que uma empresa precisa tomar é sobre sua estratégia competitiva, porque ela propõe as bases de como as empresas irão se posicionar competitivamente no mercado e suas metas de desempenho.

A escolha por uma estratégia competitiva define a alocação de recursos e as habilidades organizacionais necessárias para produção dos bens e/ou serviços oferecidos ao mercado. Os clientes percebem as vantagens e desvantagens do posicionamento estratégico da empresa e optam ou não por adquirirem seus produtos e/ou serviços, avaliando seus custos-benefícios.

Porter (1986) apresenta três estratégias de posicionamento competitivo: **Liderança de custos**, quando a empresa deve buscar a produção ao menor custo possível, podendo assim, praticar menores preços no mercado em que atua e aumentar os volumes de vendas - exemplos: lojas populares (R\$ 1,99), produtos de higiene pessoal e produtos de limpeza; **Liderança por diferenciação**, quando a empresa busca exclusividade em alguma característica do produto ou serviço, como qualidade, imagem da marca, design, pós-venda/assistência

técnica, rapidez e/ou pontualidade na entrega etc. - exemplos: produtos com cinco anos de garantia, quando o mercado pratica dois anos ou aquele carro com "design exclusivo"; **Liderança por focalização**, a empresa foca um grupo de clientes (nicho de mercado) e os atende melhor do que os demais competidores - exemplos: sucos detox, alimentos para veganos, joias ou iates exclusivos.

O PPCP deve participar intensamente das definições estratégicas da empresa, porque todo o sistema produtivo deve estar alinhado com essas estratégias. A diferenciação de custos requer baixo custo de produção, alta padronização de produtos, ferramentas e matérias-primas, e quanto mais automatizado o processo, melhor. Aqui a produção é em massa e a operação trabalha para estoque (*make to stock*). A liderança por diferenciação trabalha com lotes menores de produção, com certo nível de padronização e automatização. Nesse posicionamento estratégico a empresa pode trabalhar para estoque (*make to stock*) e/ou contrapedido (*make to order*). A liderança por focalização muitas vezes lembra a produção dos artesãos, produtos sob encomenda, produzidos com esmero, para que o cliente fique satisfeito, praticamente se trabalha para pedidos (*make to order*) ou com desenvolvimento exclusivo (*make to engineering*).

Agora, vamos conhecer um pouco mais sobre cada letra do PPCP?

P de planejamento

O primeiro P do PPCP está associado ao planejamento estratégico da empresa, que envolve previsões e mudanças em longo prazo, que não podem ser alteradas de um dia para o outro, por exemplo, construir uma nova fábrica no Nordeste para atender a demanda local.

O planejamento ocorre ainda no nível agregado, ou seja, uma indústria de sapatos planeja produzir 500.000 pares de sapatos por mês daqui a três anos, essa empresa ainda não sabe quais modelos, quantos sapatos serão masculinos e femininos, se serão sapatos para ir a festa ou esportivos, salto alto ou rasteirinha etc.

A principal entrega do P de planejamento é a análise de capacidade de recursos da empresa. Usando o mesmo exemplo da empresa de

sapatos, pode ser que no momento do planejamento seus gestores percebam que só conseguem produzir 250.000 pares de sapatos por mês (capacidade) e que para alcançar a meta planejada para três anos devem construir uma nova fábrica, investir em novas linhas de produção, subcontratar etc.

P de programação

O segundo P refere-se à programação, que é usada para eventos de médio prazo, podendo abranger semanas ou meses. As principais entregas do P de programação são um plano mestre de produção (PMP), que apresenta o que e quanto deve ser produzido de um produto durante um período, e o planejamento das necessidades de materiais, do inglês *material requirement planning* (MRP), um plano de suprimentos de materiais gerado a partir das necessidades de produção do PMP.

Todo produto entregue pela fábrica tem uma estrutura de produto ou lista de materiais ou BOM (*bill of material*), que descreve as matérias-primas e componentes que formam o produtos e quantidades necessárias. O MRP verifica se esses materiais estão disponíveis em estoque, e quando as quantidades são insuficientes, uma lista de itens faltantes é gerada. Na maioria das empresas o processo de MRP utiliza softwares sofisticados para auxílio nos cálculos, cada vez que as necessidades são calculadas os profissionais de PPCP dizem que foi feita uma rodada de MRP. Um bom exemplo de lista de materiais ou BOM ou estrutura do produto é a lista de ingredientes necessários para a preparação de um bolo de liquidificador, como no exemplo: 2 colheres de manteiga, $\frac{1}{4}$ xícara de açúcar, 1 copo de leite, 3 xícaras de farinha de trigo, 1 colher de fermento químico em pó, 100 g de coco ralado e 3 ovos (tente em casa!).

Ainda sobre o exemplo da indústria de sapatos, no momento da programação, as quantidades, modelos e cores que devem ser produzidos no período são conhecidas. Por exemplo: 100.000 pares de sapatos masculinos, 100.000 pares de sandálias femininas e 50.000 pares de tênis esportivo.

Se para produzir 100.000 pares de sapatos masculinos são necessários 200 quilos de couro e no almoxarifado há apenas

100 quilos, o MRP irá gerar uma lista de falta de material de 100 quilos. Assim será para todos os componentes. Após análise do programador do PPCP ou analista, as ordens de compra são enviadas à área de compras.



Atenção

Nessa fase do planejamento, algumas empresas utilizam o software MRP II (*manufacturing resources planning*), que além de gerar quantidades necessárias de materiais, fornece informações sobre preço unitário, fornecedores (inclusive alternativos), processo de fabricação e recursos necessários (equipamentos, ferramentas e mão de obra).

O MRPII utiliza uma lista de materiais e roteiros de produção ou fabricação, que explicam exatamente a sequência a ser seguida para a produção do produto e o tempo necessário para cada fase do processo de produção. Voltando ao exemplo do bolo de liquidificador, o roteiro de fabricação seria o seguinte: coloque todos os ingredientes no liquidificador, exceto o fermento em pó, e bata bem, adicione o fermento em pó e misture levemente, coloque em assadeira untada e enfarinhada, leve para assar em forno médio (preaquecido) durante 30 minutos.

Todos esses assuntos e ferramentas serão trabalhados e aprofundados no decorrer da disciplina, o importante agora é entender o PPCP dentro do contexto estratégico da produção e da própria organização.



Exemplificando

Você sabia que alguns profissionais que já atuam na área sentem dificuldades em diferenciar o primeiro P de planejamento e o segundo P de programação do PPCP? O quadro a seguir exemplifica como seria o planejamento e programação de uma indústria de produtos descartáveis. O planejamento trabalha com informações de longo prazo e de forma agregada, no médio e curto prazo a programação detalha esse planejamento, assim, a produção conhece o "nome e RG" do que será produzido, ou seja, o modelo, o tamanho, a cor, formato etc.

Quadro 1.1 | Planejamento e programação de uma indústria de produtos descartáveis

Atividade	Quantidade a produzir/mês	Tipo de peça	Nível de detalhamento
Planejamento	250.000	Descartáveis	Agregado

Programação	50.000	Garfos Colheres Facas Pratos Copos	Detalhe ou Desagregado
	50.000		
	50.000		
	50.000		
	50.000		

Fonte: elaborado pelo autor.

Um jargão utilizado no processo de detalhar o planejamento é “explosão” do planejamento agregado. O Quadro 1.1 mostra que, o planejamento agregado de 250.000 peças foi explodido em 50.000 peças dos itens descritos (garfos, colheres, facas, pratos e copos).

C de controle e P de produção

Chegamos agora ao controle de produção. Nessa fase as ordens de produção, de serviço ou montagem (cada empresa adota um nome ou até os três em diferentes etapas do processo) são impressas e entregues aos responsáveis por cada processo de fabricação, que as disponibilizam aos operadores das máquinas ou área de produção/montagem de produtos. Na sequência do texto adotaremos o nome ordem de produção quando falarmos desses documentos.

De posse dessas ordens de produção, o trabalhador pode ir até o almoxarifado e retirar o material necessário para a produção (disponível porque o MRP foi rodado, lembra?). Nesse documento há o tipo de material e quantidade necessária (lista de materiais, lembra?) para a produção. Por exemplo, para produzir 1.000 sapatos são necessários 200 quilos de couro, 300 metros de tecido para o forro, 100 metros de tecido para palmilha e 1.000 solados; e as etapas do processo de produção são: corte, costura, montagem, solado e acabamento.

Muitas empresas adotam reuniões diárias ou por turno (depende do tempo de produção) com os responsáveis pelas diversas áreas, a fim de verificar se a ordem de produção pode ser liberada, ou seja, impressa e entregue para início da produção. O controle de produção apresenta os produtos que devem ser produzidos e o sequenciamento de entrada e saída das máquinas. Cada responsável responde por algum dos seguintes assuntos:

fornecedores (qualidade ou atrasos), manutenção das máquinas, sistemas (TI) e inventários. Se não há nenhum problema, a ordem de produção pode ser liberada/aberta.

Recomenda-se que após liberadas as ordens de produção, estas não sejam alteradas, é o que se chama de período firme, congelado ou sacramentado, porque o material já foi movimentado para o local de produção e a máquina já foi preparada para aquela produção. Qualquer alteração faz com que se perca o tempo de preparação da máquina e com que o material fique parado na fábrica, sem ser concluído, atrapalhando o espaço fabril. Desperdícios que devem ser evitados!

Nessa etapa do processo as quantidades produzidas, tempo e desvios são apontados pelo pessoal do controle de produção ou mesmo pelo operador da máquina, e indicadores importantes sobre a performance da fábrica são gerados. Esses indicadores são discutidos nas reuniões diárias, e quando os números estão aquém do esperado é preciso traçar planos de ação para recuperar os níveis desejados de produção.



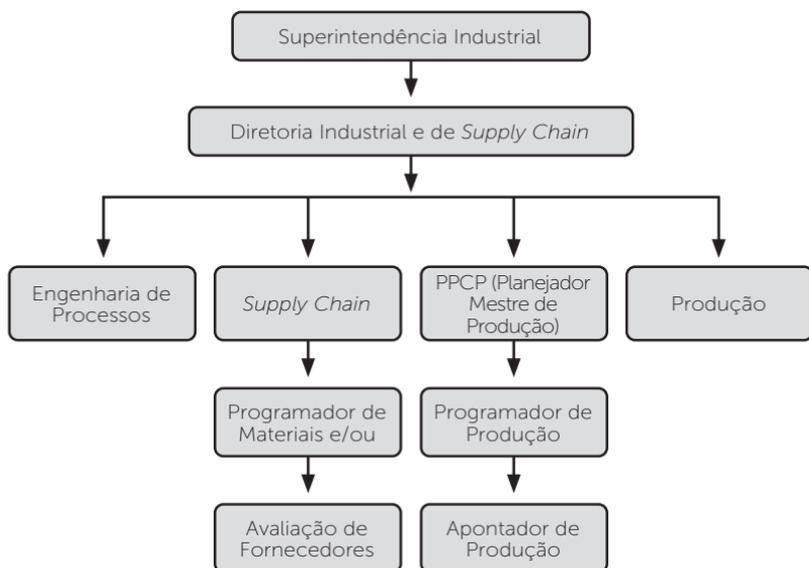
Atenção

As atividades do PPCP influenciam e são influenciadas pela área de *Supply Chain* (SC) ou cadeia de suprimentos. Em algumas empresas as duas áreas estão ligadas hierarquicamente no mesmo organograma. A área de *Supply Chain* é responsável por interligar os diferentes fornecedores externos às diferentes atividades internas de produção e entregas. Ela abastece todos os elos da cadeia, inclusive clientes externos, com informações sobre quanto de um produto ou serviço deve ser entregue e quando, também informações sobre problemas que podem atrasar essas entregas e planos de ação para correção desses desvios.

Você sabe o que é um organograma? É um diagrama que representa as relações hierárquicas (relação de importância: superior – inferior ou chefe – subordinado) dentro de uma empresa ou a distribuição dos setores. Não há um organograma certo ou errado, ele varia de acordo com: tamanho da empresa, tipo de empresa, tipo de produto ou serviço, localização, entre outras especificidades que podem influenciar a estrutura organizacional.

Na maioria das vezes o PPCP está ligado à gestão industrial, algumas vezes subordinado à cadeia de suprimentos, outras vezes, a cadeia de suprimentos está subordinada ao PPCP. É importante que os profissionais de PPCP e SC conheçam e/ou desenvolvam um organograma da empresa em que atuam, bem como seus fluxos de informações e interações.

Figura 1.2 | Exemplo de organograma de PPCP



Fonte: elaborada pelo autor.

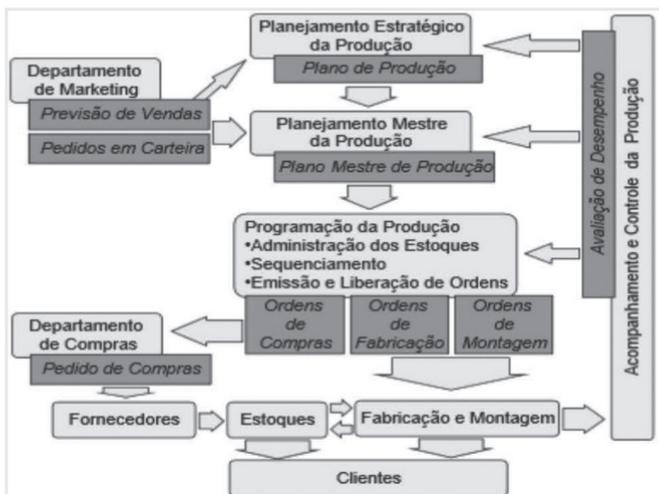


Refleta

Pelo que vimos até agora, você acredita que o organograma descrito acima é o melhor para fluidez das informações e atividades operacionais?

Agora vamos conhecer o que é um fluxograma e um fluxo tradicional dentro do PPCP e suas interações com outras áreas? Fluxograma é um diagrama que representa e auxilia no entendimento de um determinado processo ou fluxo de trabalho. A seguir, vemos um fluxo tradicional de PPCP:

Figura 1.3 | Fluxo de informações no PPCP



Fonte: adaptada de Tubino (2010).

É possível perceber ao longo do texto e pelo fluxograma apresentado na figura 1.3, que há muita interação do PPCP com as demais áreas das empresas. O quadro a seguir apresenta algumas dessas interações:

Quadro 1.2 | Relacionamento do PPCP com outras áreas/atividades

FORNECEDOR	ENTRADAS	PROCESSO	SAÍDAS	CLIENTE	
Engenharia de Produto	Lista de materiais Desenhos	PPCP			
			Planejamento estratégico da produção	Marketing	
Engenharia de Processo	Roteiros de fabricação				
			Planejamento Mestre de Produção	Produção	
Marketing	Previsão de demanda Pedidos firmes				
Finanças	Plano de investimentos Fluxo de caixa		Programação de Produção Ordens de compra Ordens de fabricação Ordens de montagem		
Recursos Humanos	Contratações Treinamento				Finanças
Manutenção	Plano de manutenção		Acompanhamentos da Produção		
Compras	Homologação de fornecedores Acordos comerciais				

Fonte: elaborado pelo autor.



Leia o artigo: **Planejamento e controle da produção (pccp)**: ferramenta estratégica de competição em pequenas empresas. Disponível em: <https://www.fcv.edu.br/arquivos/anais/Planejamento_e_controle_da_producao.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2016.

Agora que já conhecemos melhor o PPCP, que tal ajudarmos a empresa Benfica a resolver seus problemas?

Sem medo de errar

Nesse ponto, voltamos aos problemas enfrentados pela empresa Benfica. Agora que conhecemos os conceitos de PPCP, podemos estruturar as principais ações que auxiliarão na organização da empresa.

Para refrescar a memória, a empresa está com 105 funcionários, oferecendo 25 diferentes produtos, produzidos com variados materiais. Atualmente, a empresa enfrenta problemas de qualidade e entrega.

Infelizmente, a empresa está tão desorganizada que nesse momento nosso maior trabalho será o de entender o que cada um faz e direcioná-los para trabalharem de forma planejada e integrada.

Você acredita que mesmo organizações de grande porte sofrem desse mal? Não possuem descrição clara e concisa sobre as responsabilidades das áreas da empresa e fluxos de informação e materiais.

Lembre-se que primeiramente devemos entender como a empresa está atuando. Apenas a partir desse entendimento, você pode iniciar recomendações de melhorias. Primeiro você deve definir um organograma, com os níveis hierárquicos que poderão auxiliar em todo o processo. Divida esse organograma com seus colegas de equipe, é importante ter diferentes pontos de vista.

Faça o mesmo sobre um fluxo de informação, crie um fluxograma que a empresa poderia adotar como padrão. Esse fluxo faz com que a área certa receba a informação certa com maior agilidade e acertividade, melhorando a tomada de decisão.



Atenção

Lembre-se de verificar as figuras que apresentam os relacionamentos entre o PPCP e as demais áreas da empresa, seus fluxos e principais entregas.

Mãos ao trabalho e boa sorte!

Avançando na prática

Fábrica de doce Doce Vida

Descrição da situação-problema

As senhoras Marizia e Marilena são sócias há 10 anos na produção e distribuição de doces caseiros. A Sra. Marilena sempre foi a responsável pelas vendas da empresa e em contato com os clientes percebeu uma demanda crescente por doces que não são preparados com adição de açúcar.

Há cinco anos a empresa iniciou a produção desse tipo de doce e prosperou muito. Hoje ela conta com 50 colaboradores, divididos em diferentes atividades. Com tantas pessoas envolvidas no processo, com diferentes especialidades e pontos de vista, as divergências aumentaram. As sócias não conseguem planejar e controlar todas as ações e os clientes já percebem problemas no atendimento. O número de fornecedores também aumentou e muitas vezes estão distantes da operação, exigindo maior horizonte de planejamento.

As sócias nunca se preocuparam em pensar como a empresa estava distribuída, em definir as áreas e suas responsabilidades. O fluxo de informação também não está definido, as pessoas geram as demandas informalmente, sem uma análise prévia de capacidade, e assim, os produtos são prometidos aos clientes e muitas vezes não são atendidos no prazo combinado.

Tendo como base essas informações, quais os primeiros passos que você daria para ajudar as sócias na organização e retomada da empresa?

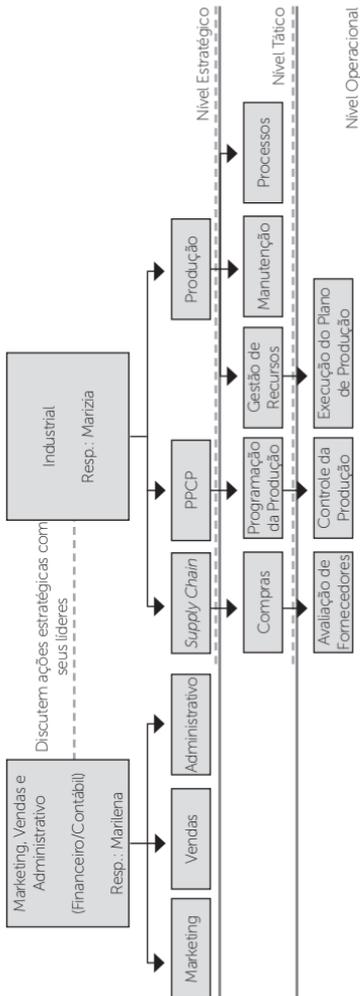
Lembre-se de que, antes de qualquer coisa, precisamos entender como os colaboradores estão distribuídos. Depois devemos formalizar como e em que momento as informações devem ser trocadas.



É importante reforçar que não há um padrão único de organograma e fluxograma. Cada empresa desenvolve seus fluxos e responsabilidades, mas todas devem ter, mesmo que informalmente, um organograma e um fluxo macro de como as operações funcionam.

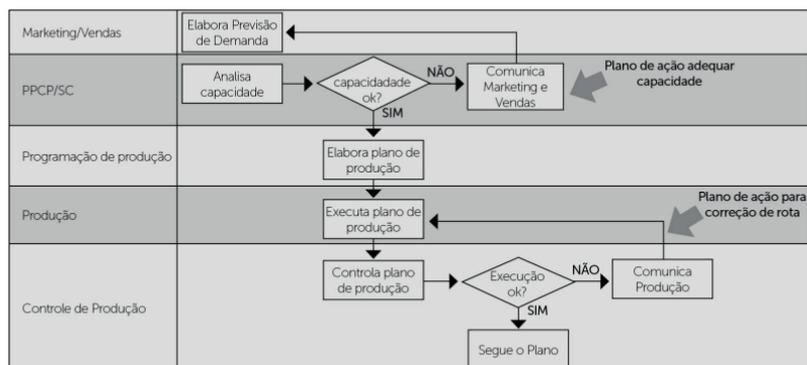
Resolução da situação-problema

Figura 1.4 | Organograma proposto (discutir com as sócias)



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 1.5 | Fluxograma proposto (discutir com sócias e funcionários)



Fonte: elaborada pelo autor.



Faça você mesmo

Agora que conhecemos um pouco mais sobre os trabalhos de PPCP, que tal praticarmos esse conhecimento? Os problemas da empresa abaixo se assemelham aos discutidos nesta seção e servem para reforçarmos a aplicação dos conceitos aprendidos. Vamos lá?

O casal Eduardo e Mônica tem a empresa Reutiliza, que fabrica produtos descartáveis (copos, garfos, colheres, facas e pratos). A empresa foi estabelecida há 10 anos e os clientes sempre foram distribuidores e lojas para festas, localizadas no estado de São Paulo.

A partir de 2013, porém, um acontecimento fez com que a empresa produzisse e vendesse mais produtos. O racionamento de água e aumento no valor dos serviços fez com que donos de bares, padarias e até restaurantes passassem a utilizar os descartáveis em sua operação.

A demanda teve um crescimento de 60% em relação aos anos anteriores a 2013, que foi atendida de imediato porque a empresa teve capacidade de absorvê-la.

A partir de 2015 o nível das represas e do abastecimento de água voltaram quase aos padrões anteriores a 2013 e com isso os "novos" clientes estão desaparecendo.

O casal pretende aproveitar esse período para estruturar a empresa. No auge das vendas eles perceberam que as responsabilidades dos colaboradores não estavam bem elaboradas e o fluxo de informação era interrompido a cada momento.

Atualmente a empresa está com 70 funcionários e deve continuar com esse número por causa das exportações.

Agora você já tem experiência de outros dois projetos e pode aplicar seu conhecimento. Ajude o casal a distribuir as áreas da empresa e estabelecer fluxos de informações.

Faça valer a pena

1. O primeiro passo para o bom planejamento de qualquer tipo de empresa é conhecer os desejos e necessidades dos clientes. Esse conhecimento se transforma em previsões futuras, que é denominado como:

- a) *Supply Chain*.
- b) Eficácia e eficiência.
- c) Demanda.
- d) Produção.
- e) Capacidade fabril.

2. O primeiro P do PPCP é associado ao:

- a) Planejamento de longo prazo.
- b) Programação de médio e curto prazo.
- c) Controle de produção.
- d) Nível tático de planejamento.
- e) *Supply Chain*.

3. A principal entrega do Planejamento é:

- a) Controlar a produção.
- b) Análise da capacidade de recursos da empresa.
- c) Criar organograma.
- d) Administrar materiais.
- e) Contratar recursos humanos.

Seção 1.2

PPCP e sistemas de produção

Diálogo aberto

Olá, aluno! Vamos dar continuidade a nossa caminhada que levará você a adquirir a **competência geral** de conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade, e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a realizar o planejamento da produção.

Para isso, voltaremos à empresa Benfica do Sr. Abílio, que produz e comercializa móveis para bares e restaurantes. A empresa cresceu muito nos últimos anos e perdeu um pouco o controle sobre as operações, faltam matérias-primas para a produção de alguns produtos e sobram para outros que não precisam ser produzidos. A produção trabalha sem uma sequência lógica e a priorização das entregas é feita por “quem grita mais”, os clientes estão insatisfeitos devido aos constantes atrasos, e os retrabalhos de produtos (problemas de qualidade) também são constantes, porque na pressa de atender os atrasos alguns procedimentos de qualidade não são seguidos, por exemplo, alguns pontos de inspeção não são cumpridos.

Atualmente, a empresa possui em seu portfólio 25 variados produtos que podem ser produzidos em diferentes cores e materiais, e essa variedade dificulta o planejamento, programação e controle de produção. O PPCP fica ainda mais complexo se considerado que os produtos têm diferentes volumes de demanda e frequência de entrega, em que, dos 25 produtos, 4 são produzidos e comercializados desde o início da empresa, a demanda é de alto volume conhecida e não sofre muitas variações, 8 produtos têm médio volume de demanda e sofrem algumas variações, e os demais 13 produtos são produzidos esporadicamente e permitem que os clientes os personalizem. Como não há um departamento ou responsável pelo PPCP, todos os produtos seguem a mesma sequência e priorização, desde a compra

das matérias-primas, configuração do layout fabril, estratégias de atendimento e estoque.

Acreditamos que com essas informações já podemos sugerir melhorias para os processos de planejamento e produção da empresa. Que tal você preparar uma tabela ou figura com os volumes de demanda e suas variações e, a partir dessa tabela, sugerir que tipo de planejamento poderia ser utilizado? O nosso desafio nesta seção será o de sugerir ao Sr. Abílio os sistemas de produção mais adequados para cada produto ou grupo de produtos de sua empresa a partir das informações sobre volumes de demanda e frequência de entrega. O PPCP planejará as atividades operacionais e as controlará com base nos sistemas de produção adotados.

Dessa forma, nesta seção, você vai conhecer os diferentes sistemas de produção e seu relacionamento com o PPCP. Você vai perceber, claro, depois que estudar o material didático e interagir com professores e colegas, que as empresas devem definir estratégias de atendimento a partir do conhecimento sobre seus produtos e demandas.

No final dessa jornada estaremos aptos a ajudar o Sr. Abílio a reconhecer e adotar os sistemas de produção adequados a cada grupo de produtos e planejar esses sistemas de maneira otimizada. Vamos nessa?

Não pode faltar

Você já parou para pensar se uma empresa que produz e entrega joias de luxo, produzidas sob encomenda, deve ter o mesmo sistema de produção de uma outra que produz bijuterias vendidas a R\$ 5,00? Se as máquinas e ferramentas, layout de fábrica e qualificação dos profissionais devem ser semelhantes entre as duas empresas? O PPCP deve planejá-las da mesma maneira, controlando os prazos de entrega com o mesmo rigor?

Por isso, nesta seção, estudaremos os sistemas de produção e suas relações com o PPCP. Antes de qualquer coisa, que tal entendermos um pouco o que é um sistema?

Ludwig von Bertalanffy foi um biólogo austríaco que se tornou conhecido por seus estudos sobre sistemas. Ele define sistema

como um conjunto de elementos interligados, com funções específicas, formando um todo. A soma dos resultados desses elementos interligados traz um resultado maior, que deve ser o foco de atenção (CAPRA, 2006). De acordo com Falconi (2009), os sistemas podem ser abertos ou fechados. Um sistema aberto é aquele que troca energia, materiais e informações com outros, já um sistema fechado é totalmente vedado, nada trocando com o exterior. Segundo o autor, não há sistemas totalmente fechados e sim diferentes graus de abertura, por exemplo, um relógio é um sistema razoavelmente fechado, porque sua função é mostrar a hora, já uma empresa é um sistema razoavelmente aberto, porque possui seus sistemas internos que interagem entre si e com outros diferentes sistemas (clientes, fornecedores, órgãos reguladores, comunidades, ambiente etc.). As empresas também possuem sistemas internos, integrados de maneira que busquem os objetivos das empresas, esses são seus sistemas produtivos.

Pensando de forma macro (ampla), as organizações são sistemas produtivos formados por vários subsistemas que exercem funções que se iniciam com o projeto de bens ou serviços, passando por compras, pela produção/operação, recrutamento e treinamento de funcionários, aplicação de recursos financeiros, distribuição de produtos, assistência técnica etc.

Antes de falarmos sobre os sistemas de produção ou produtivos, vamos saber mais sobre as diferenciações sobre bens e serviços, porque essa classificação (pela natureza do produto) influenciará em todas as atividades da empresa, inclusive o PPCP. Nos dias atuais, raramente uma empresa pode ser considerada apenas entregadora de bens ou produtos, uma vez que antes da produção do bem em si há muitas interações com os clientes (período pré-venda) e depois da entrega do produto ainda há interação com esses clientes (período pós-venda). Por exemplo, a empresa que oferece um produto com garantia de cinco anos promete fornecer serviços diversos durante esse período. No tópico "Assimile" estão as principais diferenças entre bens e serviços.



- Manufatura de bens é orientada para o **produto**, de serviços para a **ação**.
- Bens são **tangíveis**, porque são coisas que podem ser possuídas pelos clientes, e serviços são intangíveis, ou seja, são experiências vivenciadas pelos clientes.
- Produtos **podem ser estocados** e distribuídos/utilizados posteriormente, por exemplo, o casaco que você comprou na promoção de verão e irá usar no inverno (depois de três meses), os serviços **não podem ser estocados**, há necessidade da presença do cliente para ocorrer a ação, por exemplo, o show de rock é "consumido" no momento que a banda está no palco e você na plateia, a aula de Pilates só acontece com o aluno presente, a peça de teatro etc.

Podemos, agora, conhecer melhor os sistemas produtivos de uma empresa, seus relacionamentos e como cada um pode auxiliar no sucesso da empresa.

Slack (2002) ressalta que os sistemas de uma empresa podem ser diferenciados por suas funções, que abrangem todas as áreas/ departamentos da organização, e por seus sistemas produtivos, que recebem as entradas (informações e insumos) e transformam em saída (bens ou serviços) para os clientes/consumidores. No Quadro 1.3, destacamos algumas das funções das principais áreas (subsistemas) de uma empresa:

Quadro 1.3 | Sistemas de uma empresa por funções

Marketing	Talvez o sistema mais aberto de qualquer empresa, porque sua principal função é entender os mercados e seus clientes. Em curto prazo, o marketing deve contatar os clientes e sentir o mercado, visando abastecer os demais sistemas da empresa sobre a demanda e produtos atuais, auxiliando no planejamento de todo o sistema interno; em longo prazo, o marketing é responsável por detectar potenciais necessidades de clientes, com objetivo de criar novos produtos ou mesmo mercados. Suas estratégias de desenvolvimento de mercados/produtos, publicidade e estimativas de preços interferem diretamente em todos os demais sistemas da empresa.
------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Geralmente, as previsões das demandas são preparadas por marketing ou pessoas com conhecimento sobre o mercado de atuação e seus clientes. O PPCP planeja toda a operação com base nessas previsões.</p>
Finanças	<p>Administra os recursos financeiros da empresa e procura alocá-los da melhor maneira possível. Em longo prazo, em conjunto com os demais sistemas da companhia, o financeiro, finanças deve preparar um orçamento prevendo as receitas e despesas e eventuais investimentos necessários para garantir os volumes de produção futuros. Em curto prazo, o setor de finanças deve garantir que os recursos planejados estejam disponíveis para a execução da produção, sempre buscando balanceamento entre receitas e despesas.</p>
Engenharia	<p>Responsável pelo desenvolvimento e melhorias dos bens e serviços entregues pela empresa e pelas informações técnicas de fabricação e montagem. Pode se subdividir em:</p> <p>Engenharia de produto – desenvolve e informa desenhos, parâmetros dimensionais, definição de materiais, ferramentais, maquinários etc.</p> <p>Engenharia de processos ou industrial – desenvolve os roteiros de fabricação e montagem dos produtos desenvolvidos.</p> <p>O PPCP utiliza todas essas informações para análise de capacidade fabril, para gerar lista de necessidade de materiais e sequenciamento de fábrica.</p>
Compras/ suprimentos	<p>Responsabilidade de suprir os sistemas produtivos com materiais, equipamentos e maquinários. Também deve avaliar a performance dos fornecedores externos, com base em indicadores previamente acordados. No curto prazo, deve disponibilizar os materiais programados na quantidade e no tempo corretos e informar rapidamente aos sistemas produtivos quando há desvios. No longo prazo, é responsável por desenvolver parcerias que tornem a cadeia de suprimentos competitiva.</p>
Manutenção	<p>A principal função da manutenção é garantir que os equipamentos e ferramentas estejam disponíveis no momento da produção.</p> <p>Os níveis de quebra de máquinas e conseqüente tempo de parada dessas máquinas interferem diretamente no trabalho do PPCP, que deve considerar um índice de horas trabalhadas ou paradas no planejamento da produção.</p> <p>As manutenções preventivas também influenciam no planejamento do PPCP, porque essas paradas também devem ser consideradas no momento do planejamento.</p>
Produção/ Operação	<p>A produção ou operação é o centro dos sistemas produtivos porque é responsável por gerar os bens e/ou serviços entregues pelas empresas, principal objetivo da organização. A produção transforma insumos em bens e serviços por meio de processo organizado de conversão, que é considerado o principal sistema produtivo para valor.</p>

Fonte: elaborado pelo autor.



Exemplificando

Agregar valor significa que o processo ou ação utilizado faz parte do que o cliente considera relevante e esperado, e pelo qual ele está disposto a pagar, por exemplo, se o cliente compra uma linda mesa de madeira, ele está disposto a pagar pelo processo de transformação; o corte da madeira, os encaixes perfeitos, o verniz que lustra o tampo e os parafusos que tornam a mesa firme. Ele não está disposto a pagar por fretes, esperas para montagem, tempo para desembalar o produto, estoques, tempos administrativos etc. Já para o serviço, agregar valor significa que a experiência vivenciada pelo cliente foi a esperada, por exemplo, a performance da banda de rock foi muito boa, mas também o acesso ao local, a visão do palco, a altura do som e temperatura do ambiente adequados etc.

Quanto mais próximos forem os resultados esperados pelo cliente dos resultados reais da entrega, maior será a percepção do cliente de que fez um bom negócio e maior a chance que ele retorne e que até se torne um cliente fiel.

Mas, a produção e as operações são iguais nas diferentes organizações? Você está lembrado que no início desta seção demos o exemplo de um mesmo produto (joia), mas com especificidades diferentes? Pois é, o tipo de produto, o volume da demanda, as estratégias operacionais, são alguns dos fatores que podem interferir na forma como a produção e operação é realizada. Dessa forma, podemos ver no Quadro 1.4, as principais formas de classificar as produções e operações.

Quadro 1.4 | Principais classificações da produção e operações

TIPOS DE CLASSIFICAÇÃO		CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS	OBSERVAÇÕES
Grau de padronização dos produtos	Influencia diretamente o grau de controle exercido sobre a produção	Produtos padronizados	Eletrodomésticos, automóveis, combustíveis e roupas.	Uniformidade - produção em grande escala.
		Produtos sob medida ou personalizados	Fabricação de máquinas, ferramentas e construção civil.	Foco em um cliente específico - grande parte da capacidade ociosa e dificuldade de padronização - produtos mais caros.

Tipos de operação	Característicos pelos tipos e formas de operações	Processos contínuos (larga escala)	Energia Elétrica, petróleo e derivados e produtos químicos. Serviços de aquecimento e ar condicionado, sistemas de monitoramento por radar.	Não podem ser identificados individualmente – alta uniformidade na produção – interdependentes, favorecendo a automação, porém, com pouca ou nenhuma flexibilidade.
		Processos discretos		
		Repetitivos em massa (larga escala)	Indústria automotiva, produtos têxteis, abate e beneficiamento de aves, suínos e gado, serviços de transporte aéreo.	Grande escala e altamente padronizados – demandas estáveis – estrutura altamente especializada e pouco flexível.
		Repetitivos em lote (<i>flow shop</i> , linha de produção)	Produtos têxteis em pequena escala, alimentos industrializados, oficinas de reparos automobilísticos.	Volume médio de padronização – pouco flexível – equipamentos pouco especializados e mão de obra polivalente.
		Por encomenda (<i>job shop</i> , layout funcional)	Fabricação de bens: navio avião; prestação de serviços: agência de propaganda, arquitetura.	Atende a necessidade específica do cliente.
		Por projetos (unitária, layout posicional fixo)		
Ambiente de produção	É utilizada para caracterizar o posicionamento dos estoques no processo produtivo	<i>Make to stock</i> (MTS)	A grande maioria dos produtos de prateleira e consumo geral.	Produzir para estoque – padronizados – rápido atendimento ao cliente – baseado em demanda – gera alto custo de estoque.
		<i>Assemble to order</i> (ATO)	Computadores pessoais	Montagem sob encomenda – subconjuntos/módulos – prazo médio de atendimento ao cliente.
		<i>Make to order</i> (MTO)	Pinturas e produtos personalizados.	Produzir sob encomenda – prazo de atendimento alto.
		<i>Engineer to order</i> (ETO)	Grandes projetos como obras públicas e construção de navios.	Engenharia por encomenda – participação do cliente antes de colocar o pedido – não há estoque – prazos muito longos..
Natureza dos produtos		Bens	Automóveis	Tangíveis
		Serviços	Consultoria	Intangíveis

Fonte: adaptado de Tubino (2010), Martins e Laugeni (2010).

Mas em que essas formas distintas de classificar a produção e operações influencia no PPCP de uma organização? Vamos nos aprofundar em cada uma das classificações e no decorrer de cada metodologia iremos analisar quais as influências junto ao PPCP.

A primeira classificação que vemos na no Quadro 1.4 é por grau de padronização dos produtos, que subdivide em padronizados ou sob encomenda. Produtos padronizados, tecnicamente, sempre serão produzidos da mesma maneira, sendo que os recursos necessários (inputs) são previsíveis e podem facilitar o planejamento e a própria produção. Produtos não padronizados ou sob encomenda, como o nome diz, a empresa só os conhece após o pedido do cliente. Imagine realizar o planejamento, programação e controle de dois produtos, um padronizado e outro não. Para o item padronizado provavelmente será possível fazer um planejamento de visão maior (maior tempo), pode-se programar as compras, os estoques e até mesmo a produção. Geralmente, esse tipo de produto é produzido em grande escala. Agora, imagine o produto sob encomenda, não é possível trabalhar com estoque de produto acabado, e a produção e operação acontecem em função do pedido, a agilidade e flexibilidade provavelmente serão maiores, além de uma maior dificuldade para planejamento e alocação dos recursos produtivos (trabalhadores, máquinas e equipamentos).



Pesquise mais

Mediante a classificação do grau de padronização, é possível imaginar que os produtos padronizados são mais rentáveis e favoráveis para a organização. Mas essa realidade não é uma verdade para todos os tipos de produtos e mercados, hoje os consumidores estão mais exigentes e inclusive buscam produtos customizados (personalizados), surgindo, por isso, novos conceitos como customização em massa e *postponement*. Já ouviu falar desses conceitos? Então leia os seguintes artigos:

O retardamento da montagem final de produtos como estratégia de marketing e distribuição. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901990000400006&script=sci_arttext>. Acesso em: 8 abr. 2016.

Da produção em massa à customização em massa: sustentando a liderança na fabricação de motores elétricos. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512009000400004>. Acesso em: 8 abr. 2016.



Como essas novas formas de produzir podem influenciar no PPCP de uma organização?

Tubino (2010) apresenta, ainda, uma classificação por tipo de operações: a) sistemas contínuos envolvem produção de bens ou serviços que não podem ser identificados individualmente, por exemplo, energia elétrica; e b) sistemas discretos (repetitivos em massa, em lotes, por encomenda ou por projeto), podem ser isolados em lotes ou unidades e identificados, por exemplo, um lote de sapatos masculinos.

De acordo com Tubino (2010), os sistemas contínuos são empregados quando há alta uniformidade na produção e demanda de bens e/ou serviços, seus processos produtivos são interdependentes e favorecem a automação. É chamado de contínuo porque não se consegue facilmente identificar e separar dentro da produção uma unidade do produto das demais que estão sendo fabricadas. Geralmente, há altos investimentos em equipamentos, instalações e automação, e isso faz com esse tipo de processo seja menos flexível, porque a alteração/adequação de toda essa estrutura para um novo padrão de demanda envolve altos custos. O custo com mão de obra é baixo, porque, basicamente, há necessidade apenas de pessoal da manutenção para manter as máquinas operando e algum operador para monitorar as máquinas.

Alguns exemplos de sistemas contínuos são: energia elétrica, petróleo e derivados e alguns produtos químicos. É possível encontrar exemplos também em serviços, como, sistemas de monitoramento por radar ou câmeras, serviços fornecidos pela internet (*homebanking*, busca de páginas) etc. Nesses sistemas há pouca variedade de produtos, as demandas são altas e conhecidas e os lead times de entregas são curtos, porque mesmo com os processos automatizados (que por si já garantem rapidez no atendimento), as empresas disponibilizam os produtos no estoque, na certeza de que serão consumidos.

A estratégia competitiva que opera com esse tipo de sistema produtivo é por custo. O plano mestre de produção (nível tático)

trabalha com previsão de demanda baseada em um histórico de consumo, que serve para gerar as necessidades de materiais. Como há pouca variedade de produtos e os *setups* são longos, não há necessidade de uma programação “fina” da fábrica, que se preocupe com um sequenciamento otimizado. Nesse tipo de sistema produtivo, a logística é muito importante para que não faltem matérias-primas e para escoar rapidamente os produtos acabados para os estoques e/ou clientes. Em muitas empresas, a própria logística se encarrega de controlar a produção.

Os sistemas produtivos em massa possuem muitas características dos sistemas contínuos, eles trabalham com pouca variedade de produtos, as demandas são conhecidas, os produtos geralmente são produzidos para estoque (*make to stock*) e seus custos são baixos, porque pelo alto volume de produção seus custos fixos são diluídos e o comprador tem poder de barganha na aquisição das matérias-primas, reduzindo os custos variáveis. As diferenças são que apenas algumas atividades do processo podem ser automatizadas, geralmente as automações ocorrem em processos que abastecem linhas de montagem. Essas linhas possuem profissionais especializados que montam os produtos finais, exemplo: produção de automóveis, eletrodomésticos, eletrônicos, grandes confecções têxteis, abates e beneficiamento de suínos, aves e gado; e na prestação de serviços temos exemplos como: transporte aéreo e editoração de revistas e jornais.

O formato de produção disseminado por Ford, em que operadores trabalham em uma pequena e rápida atividade, transferindo para o próximo colega a etapa seguinte, que fará o mesmo, em um layout linear, é cada vez menos utilizado. Com base em conceitos e técnicas do sistema Toyota de produção ou produção enxuta (*lean manufacturing*, em inglês), os trabalhadores são polivalentes, treinados para desempenhar diversas atividades, e os layouts são mais flexíveis (não mais linear), adaptando-se ao tipo de produto/demanda. A engenharia de produtos pode contribuir muito para esse tipo de sistema produtivo porque ela consegue desenvolver produtos com componentes intercambiáveis, por exemplo, o chassi de um carro que pode ser utilizado por diferentes carrocerias de diferentes modelos. O PPCP também trabalha com uma planilha de plano mestre de produção, que gera

as necessidades de materiais e o sequenciamento da fábrica, que é relativamente simples, porque há pouca variedade de produtos. Aqui também a Logística tem papel fundamental, porque deve garantir o abastecimento dos processos e o escoamento dos produtos acabados.

De acordo com Tubino (2010), os sistemas produtivos em lotes se caracterizam pela produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados, em que cada lote segue uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores são realizadas. Geralmente, não há automatização de processos e as máquinas são simples e flexíveis, de maneira que os layouts possam ser alterados com relativa rapidez e facilidade, para atender as flutuações da demanda. Essas máquinas são agrupadas em centros de trabalho configurados para atender determinados lotes de produtos ou serviços e seus operadores são polivalentes.

Devido à maior variedade de produtos e menor volume, é preciso ter matérias-primas e componentes em estoque, os quais podem ficar em um armazém central ou, o que é mais comum, em pequenos estoques na fábrica (chamados de supermercados), próximos às máquinas onde serão consumidos.

As demandas são menos conhecidas e, para absorver as flutuações, os custos são maiores, porque se utiliza mais mão de obra e há estoques de materiais em diferentes pontos da fábrica. As interações são constantes entre manufatura, PPCP e Logística visando à redução de desperdícios de estoque, excesso de movimentação e retrabalhos. A produção pode ser para estoque (*make to stock*) ou para uma demanda/pedido (*make to order*). A partir do Plano Mestre de Produção são geradas as necessidades de materiais e o PPCP deve sequenciar as entradas das ordens de produção visando otimizar o trabalho operacional. O Controle de Produção deve ser mais rigoroso, porque atrasos podem gerar mais estoques de materiais em processo e gargalos em diferentes pontos da fábrica.

Nos sistemas sob encomenda e por projeto os produtos são desenvolvidos e produzidos com participação intensa dos clientes,

que combinam as especificações e data de entrega. Alguns exemplos estão na fabricação de bens, como navios, aviões, usinas hidroelétricas, nos setores de fabricação de máquinas e ferramentas e produtos de luxo; e na prestação de serviços específicos, como agências de propaganda, escritórios de advocacia, arquitetura, manipulação de remédios, consultorias de empresas etc.

O que difere a produção por projeto da produção por encomenda é que por projeto, o produto não existe até o consumidor se manifestar. Exemplo, a construção de uma casa que atenda às características e necessidades do usuário. Antes do proprietário decidir pela construção não existe nem o projeto, a produção e o projeto partem do zero. No caso da produção sob encomenda, o produto “já existe”, um exemplo é a produção de aviões executivos, eles sempre seguirão um padrão podendo ser personalizados pelo cliente, no entanto, a produção não inicia antes do pedido formalizado.

A variedade de produtos é muito alta, em alguns casos unitários, e a compra dos materiais só pode ser disparada após a confirmação do pedido ou contrato. A mão de obra e mesmo alguns equipamentos são específicos para a demanda, podendo ser desmobilizados após a entrega. Pode haver ociosidade de recursos porque são dedicados e qualquer desvio, como atraso de entrega de materiais ou quebra de máquina, faz com que esses recursos fiquem de “braços cruzados”. A principal função do PPCP é sequenciar a entrada da encomenda na produção e acompanhar rigorosamente os prazos de entrega. Em alguns casos, usa-se ferramentas e técnicas de projetos para sequenciamento e acompanhamento da produção. Muitas vezes, o layout de produção se adequa à demanda e/ou produto, por exemplo, na montagem de um iate a mão de obra e equipamentos trabalham em volta do produto.

A partir da estratégia competitiva da empresa, os sistemas produtivos são planejados, influenciando no espaço físico necessário, no *layout* industrial, maquinário, equipamentos e no investimento (ou não) em automação. Também influencia como serão as interações com clientes, veja dois exemplos de um mesmo produto:

- Empresa 1 – fabrica automóveis e busca liderança em custo, dessa maneira sua produção tende a ser em massa (300.000 carros/ano) e o atendimento ao cliente impessoal. Muitas vezes os pedidos são fechados pela internet, sem contato pessoal com a empresa;

- Empresa 2 – fabrica automóveis e produz sob encomenda, atende e monta o carro de forma personalizada e exclusiva, operando com baixos volumes de produção (4.000 carros/ano), longos lead times e altos custos.



Refleta

Pelo que vimos até agora, você acredita que o planejamento dos sistemas produtivos depende mais do produto fabricado ou da estratégia de atendimento das empresas?

A seguir, veremos um quadro resumindo as principais características dos sistemas produtivos e estratégias de atendimento e estoques.

Quadro 1.5 | Características dos sistemas produtivos e estratégias de atendimento/estoque

	Contínuo	Repetitivo em massa	Repetitivo em lotes	Projeto
Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta
Layout	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
Tempo de Setup	Alto	Alto	Baixo	Por projeto
Capacidade ociosa	Baixa	Baixa	Média	Alta
Lead times	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Fluxo de informações	Baixo	Médio	Alto	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário
Importância de sequenciamento da produção	Baixa	Baixa	Alta	Alta
Estratégia de atendimento/estoque	<i>Make to stock</i>	<i>Make to stock</i>	<i>Make to stock</i> ou <i>Make to order</i>	<i>Make to stock</i> e/ou <i>Make to engineering</i>

Fonte: adaptado de Tubino (2010).

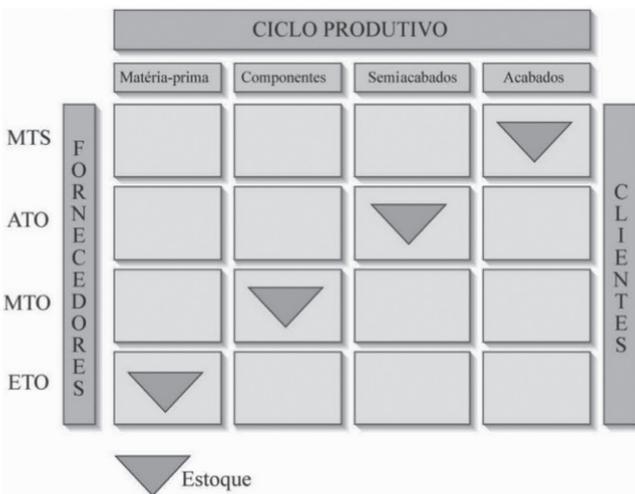


Atenção

Algumas empresas podem trabalhar com diferentes sistemas produtivos, porque uma determinada família de produtos ou mesmo um produto requer uma estratégia diferente de planejamento. Por exemplo, uma empresa de calçados pode trabalhar com o sistema de produção em massa para os calçados masculinos, porque são quatro modelos e duas cores (marrom e preto), e produção em lotes para os calçados femininos, porque há uma grande variedade de modelos, cores e tamanhos. É preciso que o planejamento avalie qual ou quais sistemas produtivos serão mais eficientes e que atenderão o público-alvo, configurar o layout da fábrica e organizar recursos com base nessa avaliação.

Na classificação ambiente de produção é possível perceber que está atrelada às demais formas de classificação dos sistemas produtivos, sendo sua diferenciação em função da localização do estoque. Na Figura 1.6 é ilustrado o posicionamento do estoque, onde é possível verificar que o sistema de produção impacta não apenas na localização, mas também no tipo de estoque.

Figura 1.6 | Posição dos estoques nos ambientes de manufatura



Fonte: Martins e Laugen (2010).



Leia o artigo: *O sistema de produção sob a ótica do planejamento e controle da produção: um estudo de caso no setor eletroeletrônico do polo industrial de Manaus*. Disponível em: <www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570426_9730.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2016.

Agora que conhecemos mais sobre sistemas produtivos e suas relações com o PPCP, que tal avançarmos na prática e ajudarmos a empresa Benfica a se organizar?

Sem medo de errar

Nesse ponto, voltamos aos problemas enfrentados pela empresa Benfica. Agora que conhecemos mais sobre sistemas produtivos e seu relacionamento com o PPCP, podemos ajudar o Sr. Abílio a planejar sua produção a partir dos volumes e frequências de demanda. Esse planejamento servirá como base para definição de alguns fatores referentes à gestão de produção, mais especificamente ao planejamento, programação e controle da produção, tais como: dimensionamento dos recursos, compra de materiais e estratégias de atendimentos/estoques. Para refrescar a memória, a empresa está com 105 funcionários, oferecendo 25 diferentes produtos, produzidos com diferentes materiais, e enfrentando problemas de qualidade e entrega. O planejamento e o controle de produção seguem a mesma sequência e prioridade para qualquer um dos 25 itens produzidos, e essa pode ser uma dica importante para melhorarmos a eficiência da empresa.

Para isso, recomenda-se que você utilize como base a seguinte sequência para a elaboração do plano de ação:

- Avalie a produção dos produtos em função dos volumes (demanda) e características apresentadas;
- Baseado nos Quadros 1.4 e 1.5, classifique a produção e operações;
- Justifique (evidencie) o porquê da classificação;
- Descreva como esses sistemas influenciarão na produção, e quais ações serão tomadas no PPCP.

Lembre-se que no período de mapeamento de processos, tabelas, diagramas e fluxogramas auxiliam no entendimento. Vamos lá, agora é com você!



Atenção

Algumas empresas podem trabalhar com diferentes sistemas produtivos, porque uma determinada família de produtos ou mesmo um produto requer uma estratégia diferente de planejamento.

Avançando na prática

Doces caseiros Doce Vida

Descrição da situação-problema

Falaremos novamente da empresa Doce vida, das sócias Marizia e Marilena, que perceberam uma demanda crescente por doces preparados sem adição de açúcar e decidiram investir nesse segmento. A divulgação dos fluxos de informação e responsabilidades para todos os envolvidos (feito na última seção) já ajudou muito, porém, ainda há excesso de estoque para alguns produtos e falta para outros, problemas de retrabalhos/qualidade e os prazos de atendimento não são cumpridos, deixando os clientes insatisfeitos.

Uma informação se torna importante para esse momento do trabalho. Dos 30 itens produzidos, cocada, pé de moleque, paçoca e brigadeiro, ou seja, 4 produtos são tradicionais e produzidos desde o início da empresa. Esses 4 produtos têm alto volume de uma demanda conhecida, com pouca flutuação e alta frequência. Outros 10 produtos têm demanda de médio volume e pouco irregular (menos constante) e o restante, 16 produtos, são demandados esporadicamente e desenvolvidos/produzidos conforme solicitação do cliente, por exemplo, para diabéticos ou clientes com problemas de triglicérides.

Você acredita que essas últimas informações são importantes para auxiliar a empresa doce vida no caminho de volta à prosperidade e satisfação dos clientes? Nosso desafio será identificar em que sistemas produtivos mais se enquadram os produtos da empresa e quais são as possíveis influências do PPCP.

Resolução da situação-problema

Quadro 1.6 | Análise dos sistemas produtivos da Doce vida

	Repetitivo em massa	Repetitivo em lotes	Projeto
Volume de produção	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Média	Grande	Pequena
Layout	Por produto	Por processo	Por processo
Tempo de Setup	Alto	Baixo	Por projeto
Capacidade ociosa	Baixa	Média	Alta
Lead times	Baixo	Médio	Alto
Fluxo de informações	Médio	Alto	Alto
Produtos	Em lotes	Em lotes	Unitário
Importância de sequenciamento da produção	Baixa	Alta	Alta
Estratégia de atendimento/estoque	<i>Make to stock</i>	<i>Make to stock ou make to order</i>	<i>Make to stock ou Make to engineering</i>

Cocada, pé de moleque, brigadeiro e paçoca (4 produtos).
 10 produtos com médio volume de demanda.
 16 produtos sob encomenda.

Fonte: elaborado pelo autor.

Para a elaboração do Quadro 1.6, foi utilizado como base o Quadro 1.5 do "Não pode faltar".

As sócias da doce vida podem repensar todos os sistemas produtivos da empresa. Podem definir o layout da empresa, os fluxos de informação e estratégias de atendimento/estoque. O PPCP pode planejar, programar e controlar as operações conforme essas definições.

Os produtos dos sistemas em massa podem ser planejados com base em uma previsão de demanda, que costuma ser conhecida. O sequenciamento da produção não é tão importante, devido à baixa variedade de produtos (apenas 4), e o controle de produção pode ser realizado pela área de logística.

Os produtos de médio volume de produção requerem um melhor sequenciamento da produção, para otimizar os recursos e evitar desperdícios. O controle de produção é importante, e eventuais desvios devem ser comunicados e corrigidos com urgência.

Os 16 produtos sob demanda devem ser produzidos a partir da demanda do cliente (*make to order*), assim como a aquisição dos insumos para produzi-los. O sequenciamento e o controle de produção devem ser rigorosos, para que os prazos e atributos dos produtos sejam atendidos exatamente como solicitado pelo cliente.

Com essas informações já podemos ajudar a empresa Benfica. Dá para acreditar que muitas empresas, inclusive de grande porte, não fazem essas diferenciações e se perdem no planejamento da produção?



Lembre-se

- Manufatura de bens é orientada para o **produto**, de serviços para a **ação**.
- Bens são **tangíveis**, porque são coisas que podem ser possuídas pelos clientes, e serviços são **intangíveis**, ou seja, são experiências vivenciadas pelos clientes.
- Produtos **podem ser estocados** e distribuídos/utilizados posteriormente, os serviços **não podem ser estocados**, há necessidade da presença do cliente para ocorrer a ação.



Faça você mesmo

Agora, que tal praticarmos um pouco mais nosso conhecimento sobre sistemas produtivos? Os problemas da empresa a seguir se assemelham aos discutidos nesta seção e servem para reforçar a aplicação dos conceitos aprendidos. Vamos lá?

Retornemos à empresa do casal Eduardo e Mônica, a Reutiliza, que fabrica produtos descartáveis (copos, garfos, colheres, facas e pratos).

Analisando o histórico de demanda, eles perceberam que sempre os produtos na cor branca foram o "carro chefe", e mesmo excluindo o período de racionamento de água, esses produtos tiveram alto volume de demanda e frequência constante de procura. Os produtos com

imagens de animais têm médio volume de demanda e média frequência, e os produtos com fotos dos aniversariantes, principalmente crianças e logomarca de empresas, são esporádicos e dependem de muita interação com os clientes.

Como base nessas informações você acha que é possível classificar possíveis sistemas de produção e alternativas de planejamento e controle de produção?

Pratique o máximo que puder, só assim os conceitos podem ser absorvidos e discutidos com os professores e demais colegas.

Boa sorte!

Faça valer a pena

1. Com a competição global dos dias atuais as empresas que produzem bens ou produtos precisam entregar, também, opções de serviços, tornando-se cada vez mais difícil que uma empresa entregue apenas produtos. Ainda assim, para o PPCP é importante conhecer as características de bens e serviços, para que o planejamento seja completo e os recursos estejam disponíveis no momento correto, nas quantidades corretas, com o menor custo possível. Quais das afirmações a seguir estão corretas sobre bens/ produtos e serviços?

- I. Bens são tangíveis e serviços intangíveis.
 - II. Bens são estocáveis e serviços não.
 - III. Os bens nunca são acompanhados de serviços.
 - IV. Os serviços não são importantes para o PPCP.
 - V. Manufatura de bens é orientada ao produto e de serviços à ação.
- a) I, III e V. d) II, III e IV.
b) II, IV e V. e) I, II e III.
c) I, II e V.

Sistemas contínuos envolvem produção de bens ou serviços que não podem ser identificados individualmente (TUBINO, 2010).

2. Qual das opções a seguir é exemplo de sistemas produtivos contínuos?

- a) Produção de joias.
- b) Petróleo e derivados e *homebanking*.
- c) Sapatos e bolsas.
- d) Produção de iate.
- e) Serviços de publicidade.

3. Falconi (2009) escreve que todos os sistemas têm um grau de abertura, ou seja, têm alguma interação com outros sistemas. Nas empresas, qual sistema pode ser considerado como o mais aberto?

- a) Finanças.
- b) Produção.
- c) Marketing.
- d) Manutenção.
- e) PPCP.

Seção 1.3

Previsão de demanda

Diálogo aberto

Olá, aluno! Vamos dar continuidade à nossa caminhada que levará você a adquirir a **competência geral** que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade; e a **competência técnica** que envolve conhecer e estar apto a realizar o planejamento da produção.

Voltaremos à empresa Benfica do Sr. Abílio, que produz e comercializa móveis para bares e restaurantes. Seus produtos têm diferentes volumes e frequência de demanda. O planejamento e produção dos 25 diferentes produtos seguem a mesma sequência e priorização, desde a compra das matérias-primas, configuração do layout fabril, estratégias de atendimento e estoque.

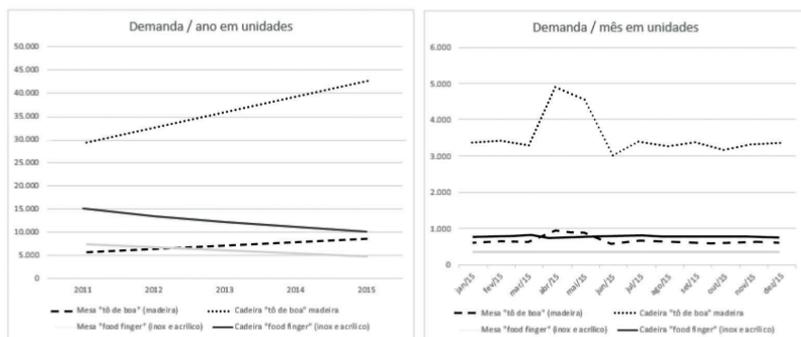
Apesar de a empresa estar operando há 15 anos e de alguns produtos serem produzidos desde o início, ou seja, com grande histórico de informações sobre demanda (vide tabela e gráficos), seus recursos não são planejados a partir de uma previsão de demanda. Os recursos são alocados conforme as experiências dos gestores, porém sem um direcionamento do mercado em que atuam.

Tabela 1.1 | Vendas da benfica

Produto/ano	2011	2012	2013	2014	2015	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
Mesa '10 de boa' (madeira)	6.000	6.600	7.260	7.986	8.697	690	702	679	999	927	621	696	667	690	656	679	690
Cadeira '10 de boa' (madeira)	30.000	33.000	36.300	39.930	43.485	3.509	3.594	4.993	4.637	3.106	3.480	3.337	3.452	3.279	3.394	3.452	
Mesa 'food finger' (inox e acrílico)	7.559	6.655	6.050	5.500	5.000	415	416	429	412	412	417	431	422	419	421	402	409
Cadeira 'food finger' (inox e acrílico)	15.118	13.310	12.100	11.000	10.000	820	831	858	824	824	834	861	845	838	842	804	818

Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 1.1 | Vendas da benfica



Fonte: elaborado pelo autor.

A falta de um modelo de previsão de demanda leva a empresa a cometer erros, por exemplo, já aconteceu da empresa investir R\$ 300.000,00 em uma máquina para a produção de produtos em aço, porém, a tendência do mercado era a de consumir produtos fabricados com madeira reciclada, e para a produção desse tipo de item não era necessário investimento.

Nosso desafio, nesta seção, será o de analisar as informações sobre a demanda dos quatro produtos apresentados e mostrar ao Sr. Abílio e gestores da empresa Benfica porque cada produto, grupo de produtos ou famílias devem ser previstos de maneiras distintas. Também recomendaremos a adoção de um modelo de previsão de demanda, para que a empresa tenha uma sequência lógica sobre as etapas a serem seguidas, desde a elaboração da previsão da demanda até a comparação da demanda prevista com a demanda real, para se aprender com os erros e melhorar a previsão da demanda a cada ciclo.

No final, apresentaremos um relatório com as análises e recomendações sobre um modelo de previsão da demanda.

Preparados? Vamos nessa!

Não pode faltar

Na última seção, vimos como as empresas podem planejar seus sistemas de produção, visando satisfazer as necessidades de seus clientes com o menor custo possível, e que as informações sobre volume e frequência de demanda influenciam nas decisões

sobre tais sistemas. A previsão da demanda torna-se essencial para ações de planejamento.

Nessa seção, conheceremos mais sobre a importância da previsão da demanda para as empresas, sejam elas de pequeno ou grande porte, empresas centenárias ou empresas que nem saíram do papel ainda, e para empresas de setores com ou sem fins lucrativos. Por exemplo, governantes fazem previsões sobre desemprego, inflação, produção industrial e receitas provenientes de imposto de renda, para que possam preparar suas estratégias políticas, e também os gestores de uma universidade, que realizam previsões sobre número de alunos matriculados, para preparar a estrutura necessária para as aulas. Conhecer e prever a demanda são os primeiros passos para o planejamento de todos os departamentos/sistemas internos das empresas e também para os fornecedores externos. Provavelmente, você já ouviu falar de questões de oferta e demanda!

Mas o que é demanda? Podemos definir demanda como a quantidade de produto/serviço que os consumidores querem e podem comprar, ou seja, a necessidade de mercado.

Sendo a demanda a necessidade de mercado, é possível determiná-la? Não, pois a demanda está relacionada a alguns determinantes (variáveis), entre eles: preço do produto ou serviço; renda dos compradores; preço dos produtos relacionados; gostos e preferências dos compradores; expectativas dos compradores; fatores políticos e econômicos; entre outros.

Mediante tal fato, as organizações utilizam-se de previsões para obter estimativas referentes à demanda. Mas o que é previsão? Previsão é um processo metodológico para determinação de dados futuros baseados em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos, ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida.



Assimile

Oferta é definida pelos vendedores e demanda é definida pelos compradores.

Mas todas as demandas são iguais? As demandas de produtos e serviços podem ser classificadas como pontual (que não acontece constantemente) e repetitiva (como o próprio nome diz, se repete), sendo a segunda subdividida em:

- **Demanda independente:** demanda de um item que não tem nenhuma relação com a demanda de outros itens, como a demanda de peças sobressalentes. Geralmente produtos acabados.
- **Demanda dependente:** são itens (normalmente componentes de um produto final) que dependem da demanda de outros itens. Geralmente produto final.



Exemplificando

Uma montadora de automóveis tem a previsão de vender 10.000 carros (previsão de demanda) no mês de julho. Essa é uma demanda independente, pois não está atrelada à outra demanda.

Para produzir cada um desses carros são necessários 5 pneus (4 + estepe). Para atender a demanda prevista serão necessários 50.000 pneus. Essa é uma demanda dependente.



Refleta

E se esse mesmo pneu for fabricado para atender lojas de revenda e manutenção, qual seria a demanda? independente ou dependente?

Para as demandas distintas, técnicas distintas! Pois bem, nas Seções 1.3 e 1.4, trabalharemos a demanda independente e os métodos de previsão, pois conforme descrito, a demanda dependente está relacionada àquela, e será calculada por meio da técnica de planejamento das necessidades de materiais - MRP (Seção 2.3).

E quem são os responsáveis por realizar a previsão? Geralmente o marketing ou o departamento comercial são os principais responsáveis por conhecer e preparar a previsão da demanda, porém, de acordo com Tubino (2010), o PPCP deve conhecer como gerar uma Previsão de demanda porque esta influencia diretamente suas atividades e porque algumas empresas, principalmente de

pequeno e médio porte, não possuem departamento de marketing e as atividades relacionadas à previsão da demanda ficam por conta do PPCP.

No processo mais tradicional, o PPCP recebe ou prepara a Previsão da Demanda e a transforma em planejamentos de longo, médio e curto prazo de todas as operações, considerando os sistemas produtivos da empresa e políticas de estoque. Você se lembra da Seção 1.2? Se o sistema de produção é contínuo ou em massa tende a ser uma produção para estoque (*make to stock*), se é o sistema sob encomenda, a compra de matéria-prima e produção são disparadas a partir do pedido (*make to order*), se o sistema de produção é em lotes repetitivos, pode ser *make to stock* e/ou *make to order*.



Assimile

Planejamento: processo lógico que descreve as atividades necessárias para ir do ponto no qual nos encontramos até o objetivo definido.

Predição: processo para determinação de um acontecimento futuro baseado em dados completamente subjetivos e sem uma metodologia de trabalho clara.

Previsão: processo metodológico para determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos, ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida.

Porém, cada vez mais empresas têm adotado um processo denominado **S&OP** (*sales and operations planning*), ou planejamento de vendas e operações. Esse processo visa romper as barreiras departamentais, fazendo com que as diversas áreas contribuam e conheçam as previsões de demanda e planejamento dos recursos. Nessa visão por processo, normalmente o PPCP coleta os dados históricos e, juntamente com os profissionais que possuem conhecimento sobre os clientes e mercado de atuação, gera a previsão de demanda. A previsão de demanda se transforma em um plano de produção e um planejamento mestre de produção, também são geradas as análises de capacidade de recursos e lista de necessidade de materiais.

O mais comum é que se tenha uma reunião mensal de S&OP em que o pessoal do PPCP apresenta os resultados do mês anterior, com os acertos e erros entre demanda prevista x demanda real (se possível com análise dos maiores erros e aprendizados para futuras correções), e previsão de demanda e planejamento para os próximos meses. Dessa reunião participam representantes das diversas áreas da empresa (finanças, marketing e vendas, operações, RH, engenharia, logística/*supply chain* e manutenção) e todos devem sinalizar se perceberem algum potencial problema para cumprimento do planejamento ou até mesmo mudança na demanda. Se houver algum problema, todos da empresa saberão nesse único momento e poderão traçar planos para contornarem tal problema e estabelecer suas ações para o atendimento da demanda definida.

A maior vantagem desse processo é que todos sabem o que deve ser feito; vendas, quanto vender; produção, quanto produzir; RH tem notícias sobre demissões, contratações e treinamento; logística e *supply chain*, quanto comprar, movimentar e armazenar; financeiro, quanto deve pagar e receber; e manutenção pode programar as manutenções preventivas. A Quadro 1.7 apresenta informações sobre o processo S&OP de uma empresa de autopeças:

Quadro 1.7 | S&OP de uma industrial de autopeças

Demanda Qde. %	Demanda Janeiro (Realizado)	477.241	525.000	Previsão de demanda
	Demanda Fevereiro (Previsão)	538.000		Atual
	Delta	112,7	102	Delta
Produção Qde. %	P. Produção Janeiro (Realizado)	405.519	506.187	Plano de produção
	P. Produção Fevereiro (Previsão)	464.280		Atual
	Delta	114.589	91,7	Delta
Expedição Qde. %	S&OP Janeiro (Realizado)	404.589	525.000	Planejamento Logístico
	S&OP Fevereiro (Previsão)	538.000		Atual
	Delta			Delta

Estoque Produto Acabado Qde. %	S&OP Janeiro (Realizado)	631.707	548.000	Planejamento Logístico
	S&OP Fevereiro (Previsão)	603.962		Atual
	Delta	95,6	110	Delta
Estoque Produto Acabado R\$ %	S&OP Janeiro (Realizado)	2.364.808	2.051.449	Orçamento Previsto
	S&OP Fevereiro (Previsão)	2.337.325		Atual
	Delta	98,8	113	Delta
Faturamento R\$ %	S&OP Janeiro (Realizado)	2.987.000	3.986.709	Orçamento Previsto
	S&OP Fevereiro (Previsão)	3.985.709		Atual
	Delta	110,5	100	Delta
Mão De Obra Qde. %	S&OP Janeiro (Realizado)	173	183	Orçamento Previsto
	S&OP Fevereiro (Previsão)	165		Atual
	Delta	95,4	90,1	Delta

Fonte: elaborado pelo autor

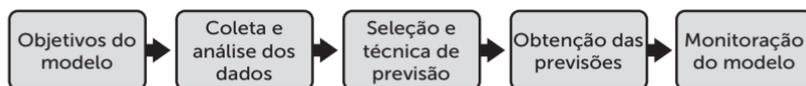


Pesquise mais

O processo de S&OP ainda é pouco utilizado, principalmente nas empresas brasileiras. É importante que os profissionais de PPCP e logística conheçam esse processo integrador, que pode trazer bons resultados para as empresas. Veja outro exemplo no link: <http://www.convibra.org/upload/paper/adm/adm_1420.pdf>. Acesso em: 2 maio 2016.

Os profissionais e estudiosos de previsão de demanda adotam diferentes modelos de previsão. Utilizaremos, nesta seção, o modelo apresentado por Tubino (2010), que é bastante utilizado pelos profissionais, por sua facilidade de entendimento e implantação:

Figura 1.7 | Modelo de previsão de demanda

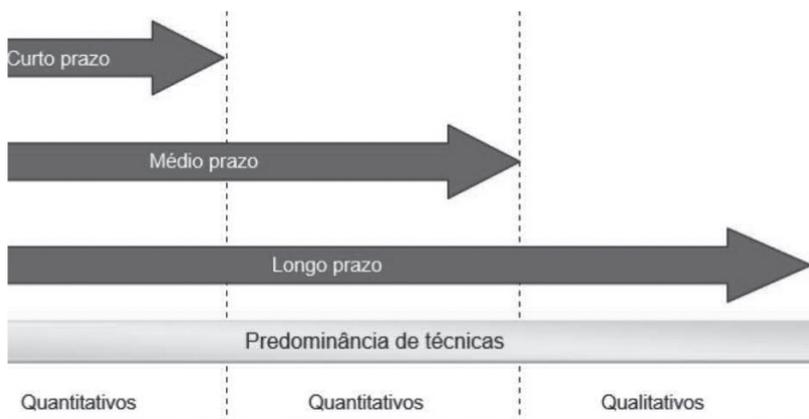


Fonte: adaptada de Tubino (2010).

Objetivo do modelo: definir a razão pela qual se necessita de previsões. Que produto (ou famílias de produtos) será previsto, com que grau de acurácia e detalhe a previsão trabalhará, que recursos estarão disponíveis para essa previsão e qual o horizonte de previsão.

As previsões podem ser de longo, médio e curto prazo e, a rigor, não há uma receita objetiva para definir quais técnicas de previsão usar para uma situação específica e particular. Entretanto, é possível estabelecer linhas gerais do que seria a técnica mais utilizada para cada um dos horizontes, como segue:

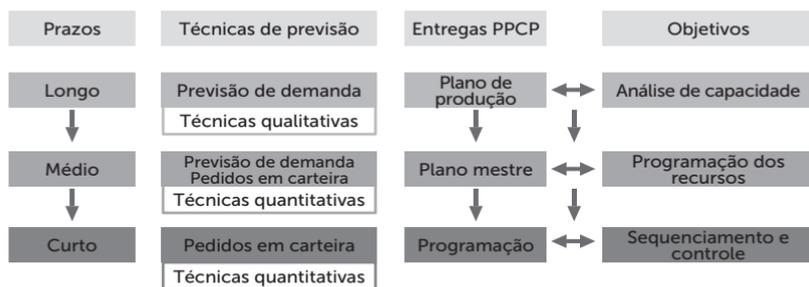
Figura 1.8 | Horizonte de previsão da demanda



Fonte: Corrêa (2006).

Cada horizonte de previsão de demanda influencia diretamente no trabalho do PPCP. Como vimos na Seção 1.1, o PPCP gera um plano de produção de longo prazo para, principalmente, analisar e planejar capacidade de recursos, um plano mestre de médio prazo, para programação dos recursos da empresa e uma programação/sequenciamento e controles das atividades em curto prazo, como na Figura 1.8:

Figura 1.9 | Horizontes de previsão da demanda e entregas do PPCP



Fonte: adaptada de Tubino (2010).

Coleta e análise dos dados: coletar e analisar os dados históricos do produto, no sentido de identificar e desenvolver a técnica de previsão que melhor se adapte.

Seleção e técnica de previsão: de acordo com Tubino (2010), a seleção das técnicas de previsão é a etapa mais importante no modelo de previsão de demanda, e as etapas anteriores podem interferir na seleção.

As técnicas de previsão podem ser subdivididas em dois grupos: técnicas qualitativas e técnicas quantitativas.

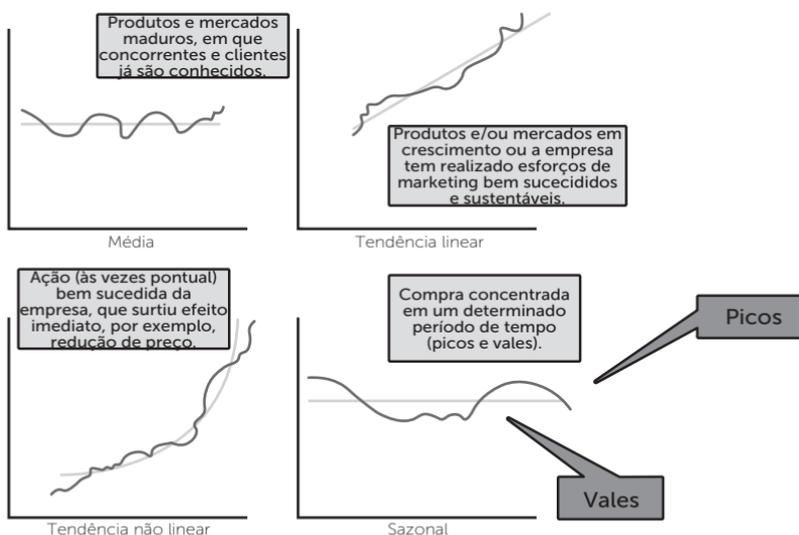
- **Técnicas qualitativas:** incorporam fatores de julgamento e intuição, em geral, mais subjetivos nas análises de dados disponíveis. São mais utilizados nos planejamentos e previsões de longo prazo, porque os dados do passado têm menos poder explicativo para um ponto distante no futuro (CORRÊA, 2006). Na próxima seção, serão vistas algumas das técnicas qualitativas mais utilizadas, como: Delphi, Análise de Cenários, Opiniões de Executivos, Opinião da Força de Vendas e Analogia Histórica.

- **Técnicas Quantitativas:** métodos de previsão baseados em séries de dados históricos (séries temporais) em que se procura, por meio de análises, identificar padrões de comportamento para que sejam projetados para o futuro. Obtenção da previsão: é o resultado das técnicas utilizadas, os números referentes à previsão da demanda que será conhecida e trabalhada por todos.

Também deve ser considerado o comportamento da demanda para a seleção da técnica de previsão, podendo a demanda ser classificada em:

- Estacional ou média: as flutuações da demanda estão em torno de um valor constante.
- Tendência linear: a demanda cresce ou decresce linearmente.
- Tendência não linear: a demanda cresce ou decresce não linearmente.
- Estacional com sazonalidade: a demanda cresce ou decresce em determinados períodos, por exemplo, final do mês, final do ano, no verão, no inverno, na Páscoa, no Dia das Mães etc. A Figura 1.10 ilustra esses tipos de demanda.

Figura 1.10 | Tipos de demanda



Fonte: Martins e Laugen (2010).

Ainda, pode-se encontrar demanda que possua tendência linear com sazonalidade. Exemplo, um refrigerante que foi recém-lançado e está ganhando mercado (tendência linear) e que tem no período do verão maior probabilidade de venda.

Monitoração do modelo: verifica a validade do modelo após sua aplicação, e trata os erros entre as demandas previstas e demandas realizadas. Essas tratativas geram aprendizados para os novos ciclos de previsão de demanda. Mas é importante ressaltar que esse processo

deve acontecer de forma periódica, pois não é porque o modelo atual gerou bons resultados que ele sempre será a melhor opção.

Para o PPCP e as demais atividades das empresas, quanto menor a variabilidade da demanda, mais eficientes serão os processos. Segundo Corrêa (2006), variabilidade da demanda refere-se a quanto a demanda varia dentro de um ciclo de tempo, por exemplo, mensal ou anual. Os gestores devem reduzir a variabilidade da demanda por meio de ações, sempre que os custos das ações forem menores que os custos de lidar com a variedade. Isso porque variações nas demandas são sempre muito custosas para as empresas. O autor sugere duas ações para atenuar as variações da demanda: tentar alterar suas curvas de modo que pelo menos parte da demanda do período de pico seja transferida para o período de baixa. Por exemplo, pode-se conceder descontos para que o cliente compre nos “vales” e nos “picos” os descontos seriam tirados; oferecer produtos e serviços com padrão oposto de ciclicidade em relação aos produtos e serviços originais, por exemplo, hotéis na cidade de São Paulo que são ocupados por executivos durante a semana e ficam ociosos nos finais de semana podem oferecer turismo para famílias (inclusive dos executivos) nos períodos ociosos.

Tubino (2010) descreve características gerais que normalmente são encontradas em todas as técnicas de previsão: supõe-se que as causas que influenciaram a demanda passada continuarão a agir no futuro; as previsões não são perfeitas, pois não é possível prever todas as variações aleatórias que ocorrerão; a acurácia (assertividade) das previsões diminui com o aumento do período de tempo projetado; a previsão para grupos de produtos (famílias) é mais precisa do que para os produtos individualmente, visto que no grupo os erros individuais de previsão se minimizam.



Exemplificando

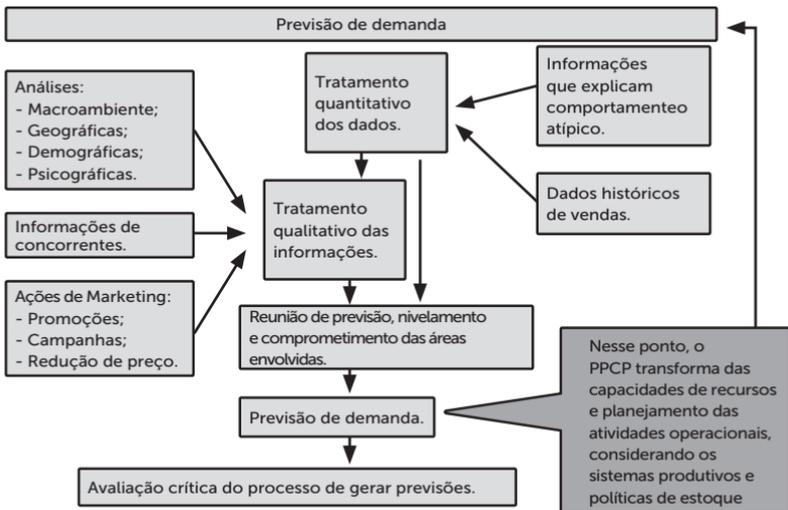
Na tabela a seguir, temos a previsão de demanda da lanchonete Kombi do Charlie:

Lanches	Previsão	Real	Erro %	Média dos erros %
Super X Kombi	4.000	3.513	12	15
Grande Kombi	3.200	3.910	22	
Peixe Kombi	2.600	3.017	16	
Frango Kombi	1.400	1.119	20	
Lombo Kombi	1.200	1.256	5	
Total	12.400	12.815	3	

O erro total é de “apenas” 3% e individualmente pode chegar a 22%, e a média dos erros é de 15%.

É importante que as empresas gerenciem o processo de previsão de demanda, e garantam ciclos contínuos de melhoria dos resultados. Para tanto, é necessário analisar e entender os fatores dos atuais resultados (percentual de assertividade). A Figura 1.11 demonstra esse fluxo.

Figura 1.11 | Análise do percentual de assertividade



Fonte: adaptada de Corrêa (2006).

De acordo com Tubino (2010), muitas variáveis influenciam a demanda, e por mais sofisticados que sejam os recursos computacionais e técnicas de previsão utilizadas, as experiências e julgamentos dos envolvidos nos processos são necessários, tornando sempre o valor previsto uma aproximação do valor real, ou seja, haverá erros. Esses erros devem ser monitorados constantemente para retroalimentar o processo de previsão

adotado, visando aprender com os erros e para o estabelecimento dos estoques de segurança. Quanto maiores os erros ou “inacurácia” da previsão, maiores os estoques.

Os erros são menores quando se trata de produtos ou família de produtos que operam com sistemas de produção contínuos ou em massa, porque a demanda é mais estável e há grandes históricos de demanda que podem ser analisados. Já quando se trata de sistemas que tendem a operar sob encomenda, a previsão se torna mais difícil devido à inconstância de demanda e frequência.

Com o objetivo de reduzirem os erros das previsões e desperdícios de recursos em toda a cadeia de suprimentos, muitas empresas têm adotado sistemas de planejamento colaborativo. As tecnologias de comunicação permitem que os diferentes elos da cadeia (consumidor/varejo/distribuidor/produzidor/fornecedor) troquem informações precisas em tempo real, permitindo uma produção e abastecimento mais eficientes. O planejamento colaborativo pode ser uma boa estratégia para evitar o efeito chicote (*bullwhip effect*), um fenômeno dinâmico que faz com que pequenas variações de demanda no nível do consumidor final de uma cadeia de suprimentos amplifiquem-se crescentemente na medida em que as informações sobre essa demanda (normalmente na forma de pedidos) são transmitidas (e distorcidas) sequencialmente ao longo das relações cliente-fornecedor na cadeia de suprimentos (CORRÊA, 2006). Por exemplo: em um determinado mês são consumidos oito pares de sapatos a mais do que o consumo histórico, o lojista, então, considera essa variação e pede 10 pares a mais ao varejista do que costuma comprar, o varejista, por sua vez, compra 20 pares a mais e a fábrica (para não faltar produto!) produz 40 pares de sapatos a mais. Uma variação de oito pares em uma ponta da cadeia provocou a produção de 40 pares a mais em toda a cadeia, gerando desperdícios para todos, porque esse produto excedente ficará no estoque.



Pesquise mais

Ficou curioso sobre o tema previsão de demanda? Quando especialistas, consultorias, fomentadoras e incubadoras de negócios são procuradas, esse é um dos primeiros assuntos tratados. Todas as ações da empresa

e consequente planejamento das atividades são influenciados pelos conhecimentos do mercado, do público-alvo e de como as demandas desse público-alvo serão atendidas.

Conheça um trabalho sobre previsão de demanda para um aeroporto do Rio de Janeiro no link: <<http://www.pesquisaemtransportes.net.br/relit/index.php/relit/article/viewArticle/jv5n1p8>>. Acesso em: 29 mar. 2016.

Agora que conhecemos um pouco mais sobre os conceitos e técnicas para elaboração de uma previsão de demanda, que tal praticarmos esses conhecimentos na empresa Benfica do Sr. Abílio?

Sem medo de errar

Nesse ponto, voltamos aos problemas enfrentados pela empresa Benfica. Agora que conhecemos mais sobre previsão de demanda, que tal ajudarmos o Sr. Abílio a preparar esse planejamento para longo, médio e curto prazo e orientá-lo a como monitorar e replanejar os erros dessa previsão?

Agora que temos mais conhecimento sobre previsão da demanda, podemos analisar as informações apresentadas no "Diálogo aberto" e entregar aos gestores um relatório com os padrões de demanda que encontramos nessas análises. Também recomendamos fortemente aos líderes a necessidade de adoção de um modelo de previsão de demanda. Para essa entrega, seguiremos os seguintes passos:

- Definir um modelo para previsão de demanda, estabelecendo os objetivos e selecionando as técnicas mais apropriadas.
- Analisar o Quadro 1.6 e o Gráfico 1.1, sobre as vendas da Benfica, com o objetivo de identificar padrões de comportamento de demanda: médias, tendências e/ou sazonalidade.
- Desenvolver um relatório com o resultado das análises dos padrões identificados.

Acredito que será um trabalho motivador e de grande importância para o seu desenvolvimento profissional. Vamos deixar de conversa e colocar nosso conhecimento em prática?

Lembre-se de verificar a Figura 1.7, sobre o modelo de previsão de demanda, e a Figura 1.10, sobre tipos de demanda.

Avançando na prática

Doces caseiros Doce Vida

Descrição da situação-problema

Falaremos novamente da empresa Doce vida das sócias Marizia e Marilena, que perceberam uma demanda crescente por doces preparados sem adição de açúcar e decidiram investir nesse seguimento.

Atualmente, elas produzem 30 tipos de doces, entre os tradicionais e aqueles sem adição de açúcar, e a previsão de demanda e planejamento para todos os produtos é semelhante, com uma mesma sequência de entrada nas máquinas, compra de materiais e controle de produção. Quatro produtos são tradicionais, produzidos desde o início da empresa, e possuem histórico de demanda, como apresentado a seguir:

Tabela 1.2 | Histórico de demanda da Doce vida

Produto	2011	2012	2013	2014	2015	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
Cocada	60.000	66.000	72.600	79.860	86.970	7.320	7.250	7.200	7.100	7.200	7.300	7.400	7.250	7.200	7.150	7.300	7.300
brigadeiro	58.000	60.000	66.000	72.000	78.205	6.750	6.593	6.491	6.694	6.796	6.187	6.288	6.694	6.390	6.339	6.390	6.593
paçoca	50.000	55.000	60.500	66.550	75.590	6.000	6.100	5.900	6.050	5.400	6.880	8.060	5.800	6.000	5.700	5.900	6.000
pé de moleque	45.000	43.000	38.000	36.000	33.000	2.832	2.729	2.883	2.934	2.626	2.780	2.574	2.651	2.832	2.754	2.626	2.780

Fonte: elaborada pelo autor.

Mesmo com esses dados disponíveis, as sócias e seus gestores não analisam possíveis comportamentos de demanda, para elaborar uma previsão de acordo com esses padrões. Os recursos são disponibilizados a partir dos desejos e experiências das sócias, não refletindo as reais necessidades da empresa. Alguns recursos são pouco utilizados e outros se tornam gargalo, ou seja, não conseguem dar vazão à demanda. Demanda essa que surge no dia a dia a partir dos pedidos dos clientes e produzidos sem sequenciamento lógico.

Nosso desafio será o de analisar os dados, apresentar às sócias um relatório com os diferentes padrões de comportamento de demanda encontrados, e falar da necessidade de adoção de um modelo de

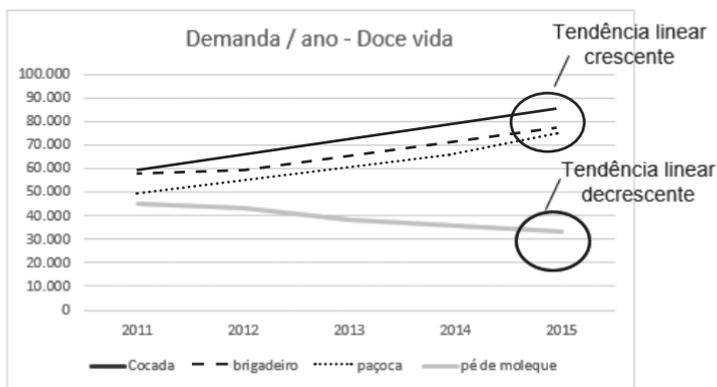
previsão de demanda, para que se tenha uma sequência lógica de análise, previsão e monitoramento dessas demandas.

Para essa etapa do trabalho, os gráficos serão muito úteis e será importante reconhecermos os padrões, porque as técnicas de previsão de cálculos veremos na próxima seção. Vamos nessa?

Resolução da situação-problema

Primeiramente, faremos gráficos para analisar possíveis padrões de comportamento de demanda:

Gráfico 1.2 | Histórico de demanda da Doce vida (anual)



Fonte: elaborada pelo autor.

Análise:

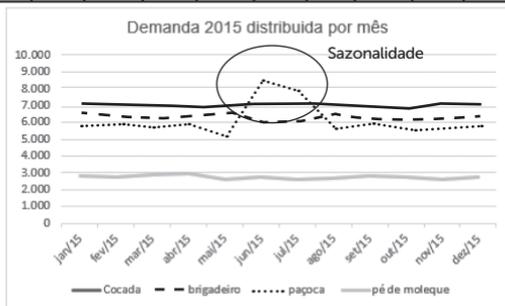
Foi possível identificar que as demandas dos produtos: cocada, brigadeiro e paçoca possuem tendência linear crescente, ou seja, a cada ano a demanda tem um crescimento. Principalmente para as previsões de longo prazo, seria importante uma análise mais profunda desse crescimento, especialistas de diversas áreas podem auxiliar nas respostas, por exemplo, se o crescimento é decorrente de um aumento na população que consome esses alimentos, se algum concorrente deixou o mercado, se são novos hábitos alimentares, ou uma junção dessas variáveis e/ou outras.

Na próxima seção, aprenderemos como calcular a previsão de demanda com base nessas informações, para esse momento é importante que as sócias entendam que cada produto ou família de produtos deve ter diferentes tratativas na elaboração da previsão.

O produto pé de moleque, ao contrário dos demais produtos, apresenta tendência linear decrescente de demanda. Também é preciso analisar os motivos, para tentar reverter esse quadro, mas se o comportamento de demanda se mantiver para os próximos anos, a previsão de demanda deve contemplar uma queda. O próximo passo na análise é conhecer como essa demanda se comporta ao longo do ano, portanto, analisaremos, então, a demanda ao longo de 2015:

Figura 1.12 | Histórico de demanda da Doce vida (mensal)

Produto	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
Cocada	7.320	7.250	7.200	7.100	7.200	7.300	7.400	7.250	7.200	7.150	7.300	7.300
brigadeiro	6.750	6.593	6.491	6.694	6.796	6.187	6.288	6.694	6.390	6.339	6.390	6.593
paçoca	6.000	6.100	5.900	6.050	5.400	8.680	8.060	5.800	6.000	5.700	5.900	6.000
pé de moleque	2.832	2.729	2.883	2.934	2.626	2.780	2.574	2.651	2.832	2.754	2.626	2.780



Fonte: elaborada pelo autor.

Análise:

Foi possível identificar um período estacional ou sazonal nos meses de junho e julho para o produto paçoca. O ideal é que se analise o comportamento nos outros anos também, mas como não tivemos acesso a essas informações, perguntamos às sócias se esse comportamento se repete todos os anos e se elas conhecem o motivo. A resposta foi que sim e que o aumento da demanda nos meses de junho e julho se deve às festas juninas/julinas, período em que especialmente o consumo de paçocas aumenta.

A demanda dos demais produtos é linear ao longo do ano, ou seja, sem grandes alterações.

Essas análises devem ser apresentadas às sócias com o principal objetivo de mostrar que para cada produto ou grupo de produtos deve ser utilizada diferentes técnicas de previsão de demanda (mostrar

quais as técnicas mais indicadas para cada padrão de demanda e como calcular as previsões, que veremos na próxima seção).

Também é importante que a empresa adote um modelo de previsão de demanda, como uma sistemática de previsão de monitoramento das demandas. Podemos recomendar o modelo de Tubino (2010), apresentado no tópico "Não pode faltar", na Figura 1.7.



Lembre-se

Oferta é definida pelos vendedores e demanda é definida pelos compradores.



Faça você mesmo

Agora, que tal praticarmos um pouco mais nosso conhecimento sobre previsão da demanda? Os problemas da empresa a seguir se assemelham aos discutidos nesta seção e servem para reforçarmos a aplicação dos conceitos aprendidos. Vamos lá?

Retornando ao caso do casal Eduardo e Mônica, proprietários da empresa Reutiliza, que a partir de 2015 viram o nível das represas e do abastecimento de água voltarem quase aos padrões anteriores a 2013, e com isso os "novos" clientes estão desaparecendo.

O casal pretende aproveitar esse período para estruturar a empresa e melhorar a rentabilidade de seus produtos. Eles são organizados e já têm boas informações sobre a demanda de seus produtos, mas ainda não utilizam essas informações de forma adequada.

Tabela 1.3 | Histórico de demanda da reutiliza

Produto/ano	2011	2012	2013	2014	2015	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
Café	120.000	140.000	160.000	180.000	200.000	18.669	16.947	16.391	15.052	15.003	16.513	16.669	15.853	16.391	16.669	4.151	22.392
Feijão	90.000	93.000	98.000	110.000	120.000	10.209	10.491	10.347	9.287	9.287	9.975	10.209	9.802	10.347	10.209	14.928	13.862
Carne	84.000	96.000	102.000	115.000	126.000	10.835	11.035	10.604	9.751	9.751	10.476	10.835	10.293	10.604	10.835	10.674	14.500
Cofre	66.350	67.550	72.030	80.850	95.550	7.584	7.711	7.458	6.826	6.826	7.332	7.584	7.205	7.458	7.584	10.972	10.188
Faca	92.500	96.000	100.000	114.000	125.000	10.765	10.894	10.537	9.644	9.644	10.359	10.765	10.181	10.537	10.765	15.501	14.391

Fonte: elaborada pelo autor.

Que tal analisarmos essas demandas e prepararmos um trabalho semelhante ao entregue às sócias da empresa Doce vida?

Pratique o máximo que puder, só assim os conceitos poderão ser absorvidos e discutidos com os professores e demais colegas.

Boa sorte!

Faça valer a pena

1. São as técnicas de Previsão de demanda mais utilizadas nos planejamentos e previsões de longo prazo, porque os dados do passado têm menos poder explicativo para um ponto distante no futuro.

- a) Técnicas quantitativas.
- b) Técnicas qualitativas.
- c) Técnicas de sazonalidade.
- d) Pedidos em carteira.
- e) Tendências.

2. Dois padrões importantes de demanda são as demandas dependentes e independentes, porque elas são responsáveis por todo o planejamento dos recursos e aquisição de materiais. Qual das demandas a seguir é uma demanda independente?

- a) Produto acabado.
- b) Material em processo.
- c) Embalagem para sabonetes na indústria de cosméticos.
- d) Farinha para preparar bolo na casa da avó.
- e) Componentes em processo.

3. Tubino (2010) ressalta que em seu modelo de previsão de demanda a etapa mais importante é:

- a) O objetivo do modelo;
- b) A coleta e análise dos dados;
- c) A seleção da técnica de previsão;
- d) A obtenção das previsões;
- e) O monitoramento do modelo.

Seção 1.4

Técnicas de previsão de demanda

Diálogo aberto

Olá, aluno! Vamos dar continuidade à nossa caminhada que levará você a adquirir a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade, e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a realizar o planejamento da produção.

Voltaremos à empresa Benfica, do Sr. Abilio, que produz e comercializa móveis para bares e restaurantes. Para refrescar a memória, a empresa está com 105 funcionários, oferecendo 25 diferentes produtos, produzidos com variados materiais, enfrentando problemas de qualidade e entrega.

Dos 25 produtos, quatro são produzidos e comercializados desde o início da empresa, a demanda é de alto volume, conhecida e não sofre muitas variações, 8 produtos têm médio volume de demanda e sofrem algumas variações, e os demais 13 produtos são produzidos esporadicamente e permitem que os clientes os personalizem.

A empresa possui um bom histórico de informações sobre as demandas dos quatro produtos mais comercializados – vide a Tabela 1.1, conforme já apresentada na aula anterior.

Tabela 1.4 | Vendas da Benfica

Produto/lano	2011	2012	2013	2014	2015	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
Mesa '10 de boia' (madeira)	6.000	7.260	7.260	7.986	8.697	690	702	679	999	927	621	696	667	690	656	679	690
Cadeira '16 de boia' (madeira)	30.000	33.000	36.300	39.930	43.485	3.452	3.509	3.394	4.993	4.637	3.106	3.480	3.337	3.452	3.279	3.394	3.452
Mesa 'fool finger' (lino e acrílico)	7.559	6.655	6.050	5.500	5.000	410	416	429	412	417	417	431	422	419	421	402	409
Cadeira 'fool finger' (lino e acrílico)	15.118	13.310	13.310	11.000	10.000	800	833	858	824	824	834	861	845	838	842	804	808

Fonte: elaborada pelo autor.

Uma informação importante é que o Sr. Abílio e seus colaboradores perceberam que a demanda das mesas e cadeiras “tô de boa”, feitas em madeira, aumentam nos meses de abril e maio, porque são os meses em que os donos de bares e restaurantes reformam seus estabelecimentos. No entanto, eles não sabem como aplicar as técnicas de previsão de demanda para a produção dos próximos períodos.

O nosso desafio, nesta seção, será o de analisar os dados da empresa Benfica, reconhecer alguns padrões de demanda e preparar a previsão de demanda com base nessa análise. Para cumprirmos esse desafio, vamos conhecer as técnicas qualitativas e quantitativas de previsão de demanda. Entregaremos ao Sr. Abílio e aos seus gestores um relatório com a sequência do nosso trabalho, tabelas de apoio aos cálculos e às previsões.

Preparados? Vamos nessa?

Não pode faltar

Na Seção 1.3 nós vimos o quanto a previsão de demanda é importante para as atividades do PPCP e que, inclusive, em algumas empresas, principalmente as de pequeno e médio porte, é o próprio PPCP que elabora a previsão de demanda. Devido à importância da previsão de demanda para toda a empresa e para o PPCP, nesta Seção continuaremos tratando sobre o tema, mas focando, principalmente, nas técnicas e cálculos necessários para previsão.

Como vimos na seção anterior, é preciso, antes de qualquer coisa, que a empresa escolha e aplique um modelo de previsão de demanda, e o modelo com o qual continuaremos trabalhando é aquele apresentado por Tubino (2010), que divide a sequência dos trabalhos em cinco etapas: objetivo do modelo; coleta e análise dos dados; seleção da técnica de previsão; obtenção das previsões; monitoramento do modelo.

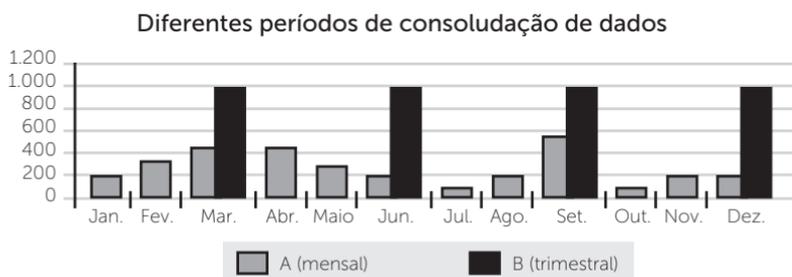
Segundo Tubino (2010), a primeira etapa consiste em definir a razão pela qual se necessita de previsões. Que produto (ou família de produtos) será previsto, com que grau de acurácia e detalhe a previsão trabalhará, e que recursos estarão disponíveis para a previsão. A sofisticação e o detalhamento do modelo dependem da

importância relativa do produto (ou família de produtos) a ser previsto e do horizonte ao qual a previsão se destina. Itens pouco significativos podem ser previstos com maior margem de erro, empregando-se técnicas simples, assim como se admite margem de erro maior para previsões de longo prazo.

O passo seguinte consiste em coletar e analisar os dados históricos do produto, no sentido de identificar e desenvolver a técnica de previsão que melhor se adapte. Mesmo as previsões baseadas em julgamento e opinião de especialistas têm base em suas experiências.

O maior cuidado que se deve tomar sobre coleta e análise dos dados é com o tamanho do período de consolidação dos dados (semanal, mensal, trimestral, anual etc.), porque ele tem influência direta na escolha da técnica de previsão mais adequada, assim como na análise das variações extraordinárias. O Gráfico 1.3 exemplifica a diferença que pode haver quando se consolida a demanda de um mesmo produto (ou família de produtos) em diferentes períodos. Se não tivéssemos as informações de cada mês, correríamos o risco de preparar a mesma previsão para todos os meses, sobrando produtos em janeiro (por exemplo) e faltando em março.

Gráfico 1.3 | Diferentes períodos de consolidação de dados



Fonte: Tubino (2010).

De acordo com Tubino (2010), a seleção das técnicas de previsão é a etapa mais importante no modelo de previsão de demanda. As técnicas de previsão podem ser subdivididas em dois grupos: técnicas qualitativas e técnicas quantitativas.

Vamos conhecer primeiramente as técnicas qualitativas de previsão de demanda? De acordo com Tubino (2010), elas são baseadas na opinião e julgamento de especialistas ou produtos

de atuação da empresa. Esses especialistas podem ser internos à empresa, por exemplo, um executivo experiente, o pessoal de marketing e vendedores, ou especialistas externos à empresa, por exemplo, empresas de consultoria, associações, órgãos governamentais, sindicatos, fornecedores, clientes, entre outros.

Geralmente, as técnicas qualitativas são utilizadas para projetos com horizontes de longo prazo, em que as projeções do passado não podem ser consideradas no futuro e/ou produtos/mercados novos, em que os dados históricos não são suficientes para se prever a demanda.

O Quadro 1.8 apresenta as principais técnicas qualitativas: técnica Delphi, análise de cenários, opiniões de executivos, opinião da força de vendas e analogia histórica.

Quadro 1.8 | Principais técnicas qualitativas para previsão de demanda

Técnica	Funcionalidade	Vantagem	Desvantagem	Exemplo de aplicação
Delphi	<p>1. Selecionam-se os especialistas e são enviados a eles questionários sobre um cenário (por exemplo, a previsão de tendências do mercado da moda ou de siderurgia). 2. Depois de respondidos os questionários, estes são analisados e as principais conclusões são resumidas pela equipe que está preparando a previsão de demanda. 3. Esses questionários e os resumos são retornados aos especialistas para que eles revejam suas posições e as reconsiderem ou não. Se a opinião de um especialista é muito diferente das respostas dos demais, esse deve justificar sua afirmação. 4. O mesmo processo se repete até se atingir o máximo de consenso entre todos os especialistas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Não há necessidade da presença física dos especialistas, muitas vezes ocupados e "caros". • Minimização da pressão psicológica, porque um especialista não conhece a opinião do outro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo lento (pode levar seis meses). • Dificuldade em redigir os questionários e resumos. 	<p><www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/tec4-1295.pdf> Acesso em: 2 maio 2016.</p>

Análise de Cenários	Executivos e pessoas ligadas ao planejamento da empresa criam cenários a partir de suas experiências e visão do futuro e de opiniões de fontes externas à empresa, como veículos de comunicação, economistas, órgãos governamentais, associações e sindicatos entre outros. Geralmente são criados cenários pessimistas, moderados e otimistas, e para cada cenário criado são geradas diferentes previsões de demanda e ações de planejamento para atender tais demandas.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar prioridades de ação, de acordo com cada cenário. • Identificar variáveis que podem impactar a demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependência dos resultados em função da escolha das variáveis. • Complexidade para se tratar muitas variáveis ao mesmo tempo (econômica global e regional, concorrentes globais e regionais, mudanças climáticas, mudanças nos estilos de vida etc.). 	< http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_862_18747.pdf >. Acesso em: 2 maio 2016.
Opinião de executivos	Os executivos das diferentes áreas da empresa opinam sobre a previsão de demanda de seus produtos.	Técnica rápida e simples.	Consome tempo dos executivos e pode se dar maior peso à opinião do executivo mais experiente ou com maior poder.	
Opinião da força de vendas	Baseia-se em informações/estimativas obtidas pela força de vendas diretamente com os clientes/consumidores dos produtos.	Pode fornecer insights importantes sobre o que os clientes/consumidores pensam.	A intenção de compra pode não se tornar uma compra efetiva; pode ser um processo caro e demorado, dependendo da base (número) de clientes.	
Analogia histórica	Utilizada no planejamento de novos produtos, em que a previsão é preparada de acordo com a trajetória de demanda de um produto similar existente. Desvantagens: o produto novo pode não ter uma performance e aceitação diferentes do produto similar, acarretando em demandas maiores ou menores do que o previsto.	Rápido e barato, porque já se possui o histórico do produto similar.	O produto novo pode não ter uma performance e aceitação diferentes do produto similar, acarretando em demandas maiores ou menores do que o previsto.	

Fonte: elaborado pelo autor.

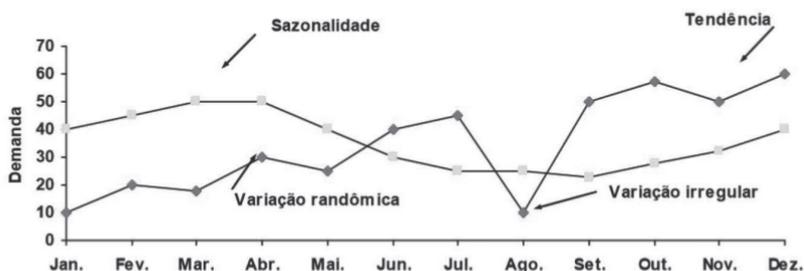
Agora que já conhecemos mais sobre as técnicas qualitativas, vamos conhecer um pouco mais sobre as técnicas quantitativas? De acordo com Tubino (2010), elas consistem em analisar os dados

passados objetivamente, empregando modelos matemáticos para projetar a demanda futura.

Estudaremos a seguir as técnicas baseadas em séries temporais. Como vimos na Seção 1.3, são técnicas que procuram modelar matematicamente a demanda futura relacionando os dados históricos do próprio produto com o tempo. Essas técnicas partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção dos seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis.

De acordo com Tubino (2010), uma curva temporal de previsão pode conter padrões como: tendência, sazonalidade, variações irregulares e variações randômicas. A tendência consiste num movimento gradual de longo prazo, direcionando os dados. A sazonalidade se refere a variações cíclicas de curto prazo, relacionadas ao fator tempo, como venda de panetones no Natal ou ovos de Páscoa. Já as variações irregulares, como o próprio nome indica, são alterações nas demandas passadas resultantes de fatores excepcionais, como greves ou catástrofes climáticas, que não podem ser previstas e, portanto, incluídas no modelo. O Gráfico 1.4 apresenta graficamente cada um desses padrões de demanda:

Gráfico 1.4 | Padrões de demanda de séries temporais

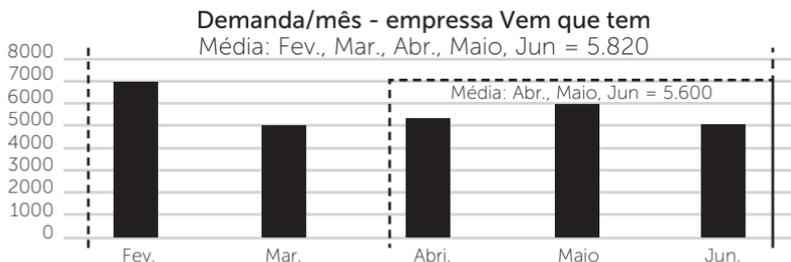


Fonte: Tubino (2010).

Vamos conhecer, na prática, algumas dessas técnicas de séries temporais? As técnicas de previsão baseadas em médias são utilizadas para incorporar variações randômicas ou interferências desconhecidas que podem atrapalhar a previsão da demanda. Essas técnicas fazem com que valores historicamente baixos (em um período/tempo e, por isso, o nome série temporal) e valores historicamente altos se combinem, gerando uma previsão média com menor variabilidade que os dados originais.

Como exemplo, utilizaremos cinco meses de demanda da empresa Vem que tem, que produz e comercializa presilhas para cabelos. O gráfico a seguir apresenta os números:

Gráfico 1.5 | Demanda da empresa Vem que tem



Fonte: elaborado pelo autor.

A média móvel usa dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão. A cada novo período de previsão substitui-se o dado mais antigo pelo mais recente. Essa técnica não é indicada quando há tendência ou sazonalidades.

A fórmula para se conseguir o resultado é a seguinte:

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n}$$

Mm_n = Média móvel de n períodos;
 Di = Demanda ocorrida no período i ;
 n = Número de períodos;
 i = índice do período ($i = 1, 2, 3, \dots$)

Exemplo: para se calcular a previsão para julho, pode-se aplicar a fórmula tomando como base os três períodos imediatamente anteriores, ou seja, abril, maio e junho:

$$Mm_n = \frac{5.400 + 6.100 + 5.300}{3} = 5.600 \text{ (previsão para o mês de julho)}$$

Pode-se utilizar um período maior, de cinco meses, por exemplo:

$$Mm_n = \frac{7.100 + 5.200 + 5.400 + 6.100 + 5.300}{5} = 5.820 \text{ (previsão para o mês de julho)}$$

As vantagens dessa técnica são a simplicidade e facilidade de implantação e facilidade de se realizar um processamento manual dos dados. As desvantagens são: as médias são afetadas pelos valores extremos; as observações mais antigas têm o mesmo peso que as atuais.

Para tentar amenizar a desvantagem de todas as observações terem o mesmo peso, é possível utilizar a técnica da média móvel ponderada. No método da média móvel ponderada atribui-se um peso a cada um dos dados, sendo que a soma dos pesos deve ser igual a 1.

Exemplo: Utilizando as mesmas informações do Gráfico 1.3, faremos a Previsão da Demanda para o mês de julho utilizando uma média móvel trimestral com fator de ajustamento 0,7 para junho, 0,2 para maio e 0,1 para abril.

A previsão para o mês de julho = $0,7 \times 5.300 + 0,2 \times 6.100 + 0,1 \times 5.400 = 5.470$

Faremos procedimento semelhante acrescentado os meses de julho será: julho, atribuindo diferentes pesos a cada um dos meses, como segue: A previsão para o mês de julho será: julho = $0,4 \times 5.300 + 0,3 \times 6.100 + 0,15 \times 5.400 + 0,10 \times 5.200 + 0,05 \times 7.100 = 5.635$.

Vamos conhecer como prever a demanda de tendências? Segundo Tubino (2010), a tendência refere-se ao movimento gradual de longo prazo da demanda. O cálculo da estimativa da tendência é realizado pela identificação de uma equação que descreva esse movimento. A plotagem dos dados passados permitirá a identificação da equação, como no exemplo a seguir:

Gráfico 1.6 | Demanda de 8 meses de presilhas da linha infantil



Fonte: elaborado pelo autor.

A equação para previsão pode ser linear ou não linear (exponencial, parabólica, logarítmica etc.), porém, devido à facilidade de uso e maior aplicabilidade, analisaremos apenas a tendência linear, que é dada pela equação: $Y = a + bX$. Sendo a e b dadas por:

$$a = \frac{\sum Y - b(\sum x)}{n} \quad b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

y = Previsão da demanda para o período X;

a = Ordenada à origem ou intercepção no eixo y;

b = Coeficiente angular;

X = Período (partindo de X = 0) para previsão;

n = número de períodos observados.

A Tabela 1.4 apresenta os dados e as contas de suporte para fazermos a previsão para os meses 9 e 10:

Tabela 1.5 | Demanda dos últimos 8 meses

Mês (X)	Demanda (Y)	X ²	XY
1	450	1	450
2	430	4	860
3	470	9	1.410
4	480	16	1.920
5	450	25	2.250
6	500	36	3.000
7	520	49	3.640
8	530	64	4.240
Somatórios			
36	3.830	201	17.770

$$Y = 421,46 + 12,73X$$

$$Y_9 = 421,46 + 12,73(9) = 536,03$$

$$Y_{10} = 421,46 + 12,73(10) = 548,76$$

Fonte: elaborada pelo autor.



Assimile

Como encontrar XY?

Multiplica-se o x por y, ex.: primeira linha: 1(x)*450(y)= 450; segunda linha: 2(x)*430(y)=860; terceira linha; 3(x)*470(y) = 1.410

"X" sempre iniciará do período 1 sendo sequencialmente (independentemente do nome), e tendo encontrado a equação linear, para achar o período específico (previsão de demanda) basta inserir o número sequencial e relativo.

Sendo assim, teremos:

$$b = \frac{8(17.770) - (36)(3.830)}{8(204) - (36)^2} = \frac{4.280}{336} = 12,73 \quad \text{e} \quad a = \frac{3.830 - 12,73 \times 36}{8} = 421,46$$

Que tal falarmos agora sobre sazonalidades? De acordo com Tubino (2010), sazonalidade caracteriza-se pela ocorrência de variações, para cima e para baixo, em intervalos regulares nas séries temporais da demanda. Deve existir uma razão plausível para a ocorrência e posterior repetição dessas variações.



Exemplificando

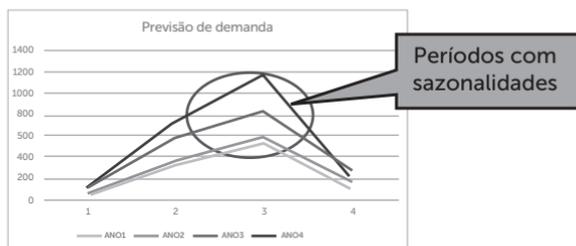
O período de ocorrência da sazonalidade pode ser anual (por exemplo, a demanda por ar condicionado no verão), mensal (por exemplo, atendimento bancário nos dias de pagamento), semanal (por exemplo, aumento do número de atendimentos em bares no final da semana), ou até diário (por exemplo, o fluxo de veículos no horário do rush).

A sazonalidade é expressa em termos de uma quantidade, ou de uma porcentagem, da demanda que se desvia dos valores médios da série. O valor aplicado sobre a média é conhecido como índice de sazonalidade (IS). A forma mais simples de considerar a sazonalidade nas previsões da demanda consiste em empregar o último dado da demanda, no período sazonal em questão, e assumi-lo como previsão.

Vamos trabalhar com o exemplo a seguir: Na Figura 1.13 constam os dados de consumo de um produto nos últimos quatro anos e deseja-se determinar a previsão de demanda trimestral do ano 5.

Figura 1.13 | Consumo nos últimos quatro anos

CONSUMO EM UNIDADES				
TRIMESTRE	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4
1	45	70	100	100
2	335	370	585	725
3	520	590	830	1.160
4	100	170	285	215
Total	1.000	1.200	1.800	1.800
Média	250	300	450	550



Fonte: elaborada pelo autor.

O primeiro passo para calcular o coeficiente de sazonalidade é dividindo a quantidade de cada trimestre pela média do ano. Vamos acompanhar na Tabela 1.5:

Tabela 1.6 | Exemplo de cálculo de IS

TRIMESTRE	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	MÉDIA
1	$45/250 = 0,18$	$70/300 = 0,23$	$100/450 = 0,22$	$100/550 = 0,18$	0,20
2	$335/250 = 1,34$	$370/300 = 1,23$	$585/450 = 1,30$	$725/550 = 1,32$	1,30
3	$520/250 = 2,08$	$590/300 = 1,97$	$830/450 = 1,84$	$1.160/550 = 2,11$	2,00
4	$100/250 = 0,40$	$170/300 = 0,57$	$285/450 = 0,63$	$215/550 = 0,39$	0,50
Média	250	300	450	550	

Exemplo: $45 (\text{ANO 1}/\text{Trimestre 1}/250 (\text{Média ano 1}) = 0,18$

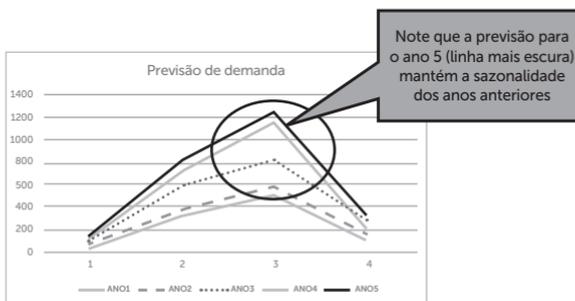
Fonte: elaborada pelo autor.

O segundo passo é conseguir a média de cada trimestre dos anos, exemplo do trimestre 1: $(0,18 / 0,23 / 0,22 / 0,18) / 4 = 0,2025$ (arredondado para 0,20).

Vamos supor que a previsão para o ano 5 fosse de 2.500 unidades, baseada em quatro anos o consumo passou de 1.000 para 2.200 unidades, com um incremento médio de 300 unidades ao ano. A média trimestral é $2.500 / 4 = 625$ unidades. A previsão para cada trimestre, aplicando-se os coeficientes de sazonalidade, será:

Figura 1.14 | Previsão Ano 5 - Sazonalidade

TRIMESTRE	PREVISÃO (ANO 5)
1	$625 \times (0,20) = 125$ unidades
2	$625 \times (1,30) = 813$ unidades
3	$625 \times (2,00) = 1.250$ unidades
4	$625 \times (0,50) = 313$ unidades



Fonte: elaborada pelo autor.

Como vimos, a etapa de obtenção das previsões está associada à seleção das técnicas, então veremos a última etapa do processo de previsão da demanda que é a necessidade de acompanhar o desempenho das previsões. É necessário manter um modelo atualizado de previsão e monitorá-lo para ter sempre previsões confiáveis da demanda. A maneira mais simples de acompanhar a acurácia das previsões é criando uma tabela com as previsões dos períodos e as demandas reais, como mostra a Tabela 1.7.

Tabela 1.7 | Monitoração de acurácia da previsão de demanda

TOTAIS	2501	2710	209	8%
TRIMESTRE	PREVISÃO (ANO 5)	REAL (ANO 5)	ERRO	ERRO %
1	125	230	105	84%
2	813	790	-23	3%
3	1.250	1.340	90	7%
4	313	350	37	12%

ERRO % = $105 (\text{ERRO}) / 125 (\text{PREVISÃO}) = 84\%$
 ERRO % = $23 (\text{ERRO}) / 813 (\text{PREVISÃO}) = 3\%$

Fonte: elaborada pelo autor.

A partir da previsão da demanda, o PPCP deve tomar algumas decisões sobre o planejamento das operações e recursos. Pode-se contratar e dispensar pessoas, pode-se equalizar a demanda ao longo de um período, também é possível considerar terceirização de atividades nos períodos de pico, investimentos, parcerias etc. Não há uma resposta pronta, o PPCP deve avaliar os sistemas de produção, os custos de armazenamento, tempo de treinamento do pessoal contratado, riscos de terceirizar produtos etc. e escolher a opção que melhor atenda aos interesses dos donos (acionistas) da empresa e dos clientes. O importante é que a empresa tenha uma cultura de analisar a demanda, misturando e empregando as diferentes técnicas para prever e planejar o futuro de forma sistemática, melhorando a cada ciclo.



Pesquise mais

Ficou curioso sobre o tema técnicas de previsão de demanda? Veja no link um estudo de caso sobre a previsão de demanda de uma concessionária de motocicletas. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_sto_091_616_14577.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2016.



Refleta

Selecionado a técnica de previsão de demanda, esta permanecerá a mesma para as previsões futuras?

Caro aluno, felizmente os sistemas de gestão, por meio da tecnologia da informação (TI), e as planilhas eletrônicas, como o excel, auxiliam muito nos cálculos para a Previsão da Demanda, facilitando o trabalho e reduzindo os riscos de erros.

Agora, vamos praticar um pouco mais o que aprendemos?

Sem medo de errar

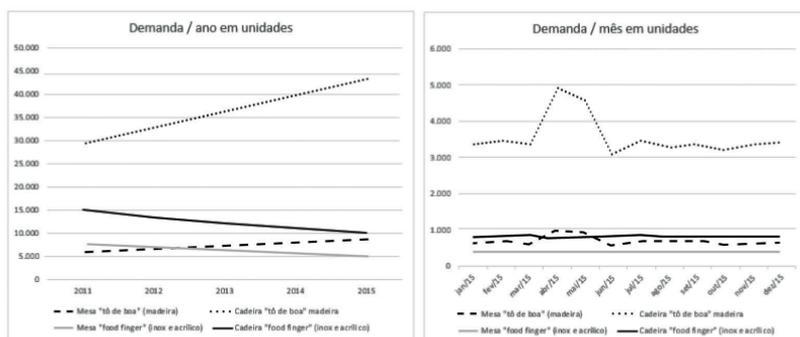
Nesse ponto, voltamos aos problemas enfrentados pela empresa Benfica. Agora que conhecemos mais sobre previsão de demanda, que tal selecionarmos as técnicas mais adequadas aos dados fornecidos pela empresa e gerarmos as previsões?

Você se lembra que na Seção 1.3 nós identificamos padrões de comportamento de demanda com as informações fornecidas de quatro diferentes produtos? Pois bem, nosso desafio nesta seção será de, com os mesmos dados apresentados na Seção 1.3, selecionar as técnicas que mais se adequam aos padrões identificados e gerar as previsões de demanda para os produtos mesa “tô de boa” e mesa “food finger”.

Para cumprir essa missão, seguiremos o modelo de previsão de demanda indicado por Tubino (2010). Modelo que recomendamos aos gestores da empresa Benfica na seção anterior. Para facilitar o trabalho, vamos rever os passos que percorreremos para gerar as previsões de demanda:

1. Identificar padrões de comportamento de demanda – já realizado na Seção 1.3 (vide Gráfico 1.7).

Gráfico 1.7 | Comportamento da demanda da Benfica



Fonte: elaborado pelo autor.

2. Selecionar as técnicas de previsão de demanda que mais se adequam aos padrões.
3. Com base no conteúdo do "Não pode faltar", geraremos as previsões de demanda para os anos de 2016 e 2017 dos produtos: mesa “tô de boa” e mesa “food finger”. Para os mesmos produtos gerarmos a previsão do ano de 2016 mês a mês.

Ao final, espera-se que você, aluno, apresente aos gestores da empresa Benfica um relatório com a sequência do trabalho: as

análises da demanda, as técnicas utilizadas e por que, e as previsões futuras da demanda.

Preparados? Vamos nessa?



Atenção

Lembre-se de iniciar o trabalho revendo o gráfico com as demandas da empresa Benfica. Rever também as fórmulas de previsão para padrões de tendências lineares e sazonalidades.

Avançando na prática

Doces caseiros Doce Vida

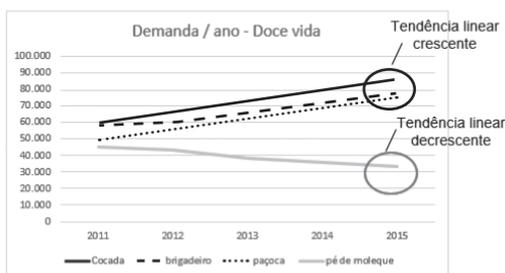
Descrição da situação-problema

Falaremos novamente da empresa Doce vida das sócias Marizia e Marilena, que perceberam uma demanda crescente por doces preparados sem adição de açúcar e decidiram investir nesse seguimento.

Como vimos na Seção 1.3, as sócias têm bem organizadas as informações sobre os quatro principais produtos, como mostram as tabelas e gráficos das Figuras 1.15 e 1.16:

Figura 1.15 | Demanda anual

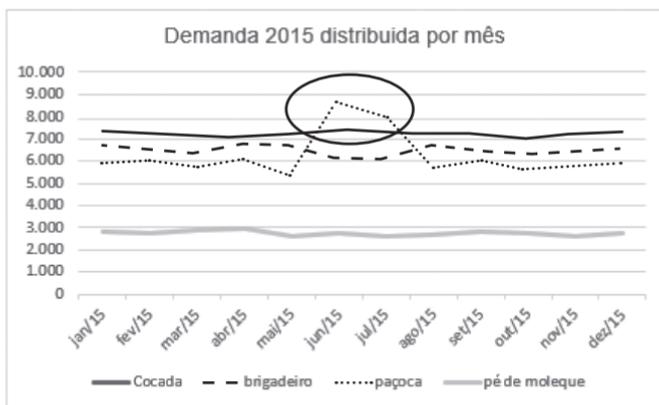
Produto/ano	2011	2012	2013	2014	2015
Cocada	60.000	66.000	72.600	79.860	86.970
Brigadeiro	58.000	60.000	66.000	72.600	78.205
Paçoca	50.000	55.000	60.500	66.500	75.590
Pé de moleque	45.000	43.000	38.000	36.000	33.000



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 1.16 | Demanda mensal

Produto/ano	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
Cocada	7.320	7.250	7.200	7.100	7.200	7.300	7.400	7.250	7.200	7.150	7.300	7.300
Brigadeiro	6.750	6.593	6.491	6.694	6.796	6.187	6.288	6.694	6.390	6.339	6.390	6.593
Paçoca	6.000	6.100	5.900	6.050	5.400	8.680	8.060	5.800	6.000	5.700	5.900	6.000
Pé de moleque	2.832	2.729	2.883	2.934	2.626	2.780	2.574	2.651	2.832	2.754	2.626	2.780



Fonte: elaborada pelo autor.

Uma vez que identificamos os padrões de comportamento de demanda na Seção 1.3 (informações nas tabelas e gráficos acima), nosso desafio será o de selecionar as técnicas de previsão de demanda e prever as demandas futuras para os anos de 2016 e 2017 de pelo menos dois produtos (um com tendência linear e outro para produto sazonal). Para o ano de 2016 prevermos, também, a demanda de cada mês.

Resolução da situação-problema

Iniciamos, então, com a previsão de demanda de dois produtos: pé de moleque (tendência linear decrescente) e paçoca (tendência linear crescente). Por se tratar de um planejamento para longo prazo e encontrarmos tendência linear, utilizaremos a fórmula de tendência linear.

Ano	Ano (x)	Demanda de Paçoca (y)	X ²	xy
2011	1	50.000	1	50.000
2012	2	55.000	4	110.000
2013	3	60.500	9	181.500
2014	4	66.550	16	266.200
2015	5	75.590	25	377.950
Somatórios				
	15	307.640	55	985.650

$$b = \frac{5 \cdot 985.650 - 15 \cdot 307.640}{5 \cdot 55 - 15 \cdot 15} = \frac{313.650}{50} = 6.273$$

$$a = \frac{307.640 - 6.273 \cdot 15}{5} = \frac{213.545}{5} = 42.709$$

$$Y = 42.709 + 6.273X$$

$$Y = 42.709 + (6.273 \cdot 6) = 80.347$$

$$Y = 42.709 + (6.273 \cdot 7) = 86.620$$

Previsão 2016

Previsão 2017

Ano	Ano (x)	Demanda de Pé de moleque (y)	X ²	xy
2011	1	45.000	1	45.000
2012	2	43.000	4	86.000
2013	3	38.000	9	114.000
2014	4	36.000	16	144.000
2015	5	33.000	25	165.000
Somatórios				
	15	195.000	55	554.000

$$b = \frac{5 \cdot 554.000 - 15 \cdot 195.000}{5 \cdot 55 - 15 \cdot 15} = \frac{-155.000}{50} = -3.100$$

$$a = \frac{195.000 - (-3.100) \cdot 15}{5} = \frac{241.500}{5} = 48.300$$

$$Y = 48.300 + (-3.100)X$$

$$Y = 48.300 + (-3.100 \cdot 6) = 29.700$$

$$Y = 48.300 + (-3.100 \cdot 7) = 26.600$$

Previsão 2016

Previsão 2017

Agora que sabemos a previsão de demanda total para 2016, vamos dividir essa previsão ao longo dos meses?

Começaremos pela demanda da paçoca. Como esse produto tem sazonalidade, nós vamos primeiramente descobrir o coeficiente de sazonalidade. O ideal era que tivéssemos as informações sobre sazonalidades de anos anteriores, mas as sócias não têm tais dados, porém confirmam que há um aumento de demanda nos meses de junho e julho de cada ano. Por esse motivo, descobriremos os coeficientes de sazonalidade, considerando apenas o ano de 2015.

Primeiro passo é dividir a demanda de cada mês pela demanda total de 2015. Esse coeficiente será considerado na demanda prevista para 2016, como na tabela a seguir. Divide-se a demanda do mês de janeiro, por exemplo, pelo total de demanda = $6.000 / 75.590 = 0,0794$

Produto/ano	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	total 2015
Paçoca	6.000	6.100	5.900	6.050	5.400	8.680	8.060	5.800	6.000	5.700	5.900	6.000	75.590
Coefficiente de sazonalidade	0,0794	0,0807	0,0781	0,08	0,0714	0,1148	0,107	0,0767	0,0794	0,0754	0,0781	0,0794	1

No próximo passo, multiplica-se esses coeficientes com a demanda total prevista para 2016, como na tabela a seguir:

Previsão para 2016

Produto/ano	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	total 2016
Paçoca	6.378	6.484	6.271	6.431	5.740	9.226	8.567	6.165	6.378	6.059	6.271	6.378	80.347
Coefficiente de sazonalidade	0,0794	0,0807	0,0781	0,08	0,0714	0,1148	0,107	0,0767	0,0794	0,0754	0,0781	0,0794	1

Note no gráfico a seguir que a sazonalidade está prevista para 2016 exatamente como ocorreu em 2015.



Para produtos que não apresentam sazonalidades, pode-se simplesmente dividir o total previsto por 12 meses para se conseguir os volumes mensais, como mostrado a seguir:

Produto/ano	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	total 2016
Pé de moleque	2.475	2.475	2.475	2.475	2.475	2.475	2.475	2.475	2.475	2.475	2.475	2.475	29.700

Como mencionado em "Não pode faltar", para a previsão de curto prazo deve-se trabalhar com períodos mais reduzidos de análise de demanda passada (demanda real) e podemos prever a demanda de curto prazo utilizando médias móveis ou médias ponderadas. Por exemplo, os três últimos meses de 2015 podem servir como previsão para os três primeiros meses de 2016.

Caro aluno, esses exercícios são muito importantes para praticar os conceitos e fórmulas e para entender como os profissionais que fazem previsão e planejamento da demanda atuam.



Lembre-se

Como vimos na seção anterior, é preciso, antes de qualquer coisa, que a empresa escolha e aplique um modelo de previsão de demanda, e o modelo com o qual continuaremos trabalhando é aquele apresentado por Tubino (2010), que divide a sequência dos trabalhos em cinco etapas: objetivo do modelo; coleta e análise dos dados; seleção da técnica de previsão; obtenção das previsões; monitoramento do modelo.



Faça você mesmo

Agora, que tal praticarmos um pouco mais nosso conhecimento sobre previsão da demanda? Os problemas da empresa Reutiliza se assemelham aos discutidos nesta seção e servem para reforçar a aplicação dos conceitos aprendidos. Vamos lá?

O casal Eduardo e Mônica é proprietário da empresa Reutiliza, que fabrica produtos descartáveis (copos, garfos, colheres, facas e pratos). Eles têm um bom histórico de demanda de seus principais produtos: copos, pratos, garfos, facas e colheres, produzidos em plástico branco, como na Tabela 1.8:

Tabela 1.8 | Demanda da reutiliza

Produto / ano	2011	2012	2013	2014	2015	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
Copos	120.000	140.000	160.000	190.000	210.000	16.669	16.947	16.391	16.808	15.002	16.113	16.669	15.835	16.391	16.669	24.114	22.392
Pratos	90.000	93.000	98.000	110.000	130.000	10.319	10.491	10.147	10.405	9.287	9.975	10.319	9.803	10.147	10.319	14.928	13.862
Garfos	94.500	96.500	102.900	115.500	136.500	10.835	11.015	10.654	10.925	9.751	10.474	10.835	10.293	10.654	10.835	15.674	14.555
Colheres	66.150	67.550	72.030	80.850	95.550	7.584	7.711	7.458	7.648	6.826	7.332	7.584	7.205	7.458	7.584	10.972	10.188
Facas	92500	96000	100000	114000	135000	10.716	10.894	10.537	10.805	9.644	10.359	10.716	10.180	10.537	10.716	15.502	14.395

Fonte: elaborada pelo autor.

Calcule a previsão de demanda para os próximos três anos.

Pratique o máximo que puder, só assim os conceitos podem ser absorvidos e discutidos com os professores e demais colegas. Boa sorte!

Faça valer a pena

As técnicas qualitativas costumam ser mais utilizadas para longos horizontes de previsão ou para produtos/mercados novos.

1. Qual das técnicas descritas nas alternativas é uma técnica qualitativa de previsão da demanda?

- a) Tendência não linear.
- b) Delphi.
- c) Tendência linear.
- d) Média móvel.
- e) Estacional ou sazonal.

2. Técnicas baseadas em séries temporais procuram modelar matematicamente a demanda futura, relacionando os dados históricos do próprio produto com o tempo. Essas técnicas partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção dos seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis.

Quais dos padrões de demanda descritos a seguir estão relacionados às séries temporais?

- I. Tendências.
 - II. Estacional ou sazonal.
 - III. Médias.
 - IV. Delphi.
 - V. Análise de cenários.
- a) I, III, V.
 - b) II, III, V.
 - c) III, IV, V.
 - d) I, II, III.
 - e) II, IV, V.

3. Qual das técnicas a seguir usa dados de um número predeterminado de períodos, normalmente os mais recentes, para gerar sua previsão?

- a) Média móvel.
- b) Sazonal.
- c) Tendência não linear.
- d) Tendência linear.
- e) Mercado potencial.

Referências

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2006.

CORRÊA, H. L. **Administração de cadeias de suprimentos e logística**: a essencial. São Paulo: Atlas, 2006.

FALCONI, V. **O verdadeiro poder**: práticas de gestão que conduzem a resultados revolucionários. Nova Lima: INDG, 2009.

LUSTOSA, L. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2008. v. 1.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

PORTER, M. **Estratégia competitiva**: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo: Atlas, 2002.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Planejamento agregado, planejamento mestre da produção e MRP

Convite ao estudo

Olá, aluno!

Vamos dar continuidade à nossa caminhada que levará você a adquirir a **competência geral**, que conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade, e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a realizar o planejamento da produção.

Nesta unidade conheceremos mais sobre Planejamento Agregado, Planejamento Mestre de Produção, Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP) e Planejamento das Necessidades de Manufatura (MRPII). Esses temas já foram apresentados nas seções da Unidade 1 e serão mais detalhados nesta unidade. Ao final, você terá elaborado um **Planejamento de Produção**.

Você vai perceber que na Unidade 2 aprenderemos conceitos e técnicas que são sequências lógicas planejamento de recursos e operações. É importante que você tenha conhecimento sobre essa sequência de planejamento, porque muitos profissionais que atuam na área não a seguem, tornando a operação e alocação de recursos um caos.

Para você praticar os conceitos e técnicas apresentados, nós trabalharemos com a empresa Autopeças After Market Ltda., que tem uma história recente. O Sr. Guido trabalhou durante 30 anos em empresas de grande porte do setor automotivo, e depois que saiu da última empresa decidiu iniciar seu próprio

negócio. No início, há 8 anos, ele produzia e entregava suas peças para motor de carros para um cliente apenas, mas, com o passar dos anos, ampliou a carteira de clientes, entregando peças para vários estados brasileiros e alguns países da América do Sul.

O pequeno galpão em que trabalhava com mais 4 funcionários se transformou em uma área de 6.000 m², com 105 funcionários, distribuídos em diversos departamentos/áreas. A complexidade da operação também se transformou e, nos dias atuais, o Sr. Guido não consegue cuidar de todas as etapas do processo, necessitando desenvolver uma estrutura que fizesse todos os departamentos trabalharem da forma mais sincronizada possível, para atingir os objetivos definidos por ele e por seus gestores.

Então? Motivado? Vamos aprender a planejar os recursos e as operações de uma empresa? Lembre-se de que esses conceitos aprendidos servirão não apenas para uma multinacional, mas, também, para *startups* de qualquer segmento.

Seção 2.1

Planejamento agregado

Diálogo aberto

Nesta seção, nós ajudaremos o Sr. Guido e os seus gestores da empresa Autopeças After Market Ltda. a preparar um planejamento de longo prazo, no qual a empresa poderá dimensionar seus recursos de maneira a atender as demandas previstas com o menor custo possível.

Os gestores da After Market prepararam uma previsão de demanda para o próximo ano, agrupando essa demanda em famílias (vide Tabela 2.1), e, também, já levantaram algumas informações importantes sobre o processo produtivo. No entanto, eles não sabem ao certo como planejar os recursos de forma a atender a demanda de forma plena, com o menor custo possível.

Tabela 2.1 | Pessoas em ambientes diversos realizando atividades diversas

jan	fev	mar	abr	mai	jun
1.070.000	930.000	920.000	845.000	770.000	645.000

jul	ago	set	out	nov	dez
600.000	750.000	860.000	1.130.000	1.230.000	1.365.000

Fonte: elaborada pelo autor.

Há também outras informações relevantes para o processo produtivo:

Custo de manutenção dos estoques ___ \$ 0,50 / unidade/mês.

Custo de admissão de um colaborador _ \$ 600,00 / colaborador.

Custo de demissão _____ \$ 1.200,00 / colaborador.

Custo de produção em horas normais _____ \$ 2,50 / unidade.

Custo de produção em horas extras _____ \$ 2,90 / unidade.

Custo de subcontratar com terceiros _____ \$ 3,40 / unidade.

Capacidade produtiva _____ 10.000 unidades / homem/mês.

Sua missão nesse processo será preparar um Planejamento Agregado de longo prazo, considerando as variáveis que podem influenciar nas decisões sobre volumes e cadência de produção.

Não se assuste! Nós seguiremos passo a passo as atividades relacionadas ao Planejamento Agregado, que é tão importante para as estratégias da empresa.

Preparado? Então vamos em frente.

Não pode faltar

Agora que conhecemos um pouco mais sobre os níveis de planejamento (estratégico, tático e operacional) e previsão de demanda, vamos entender como essas previsões são trabalhadas nos diferentes níveis?

Iniciaremos pelo nível estratégico, que sempre deve tratar as informações e planejar os recursos no nível agregado. Nesta seção, falaremos sobre planejamento agregado e as decisões estratégicas que envolvem o planejamento de produção. Mas o que é mesmo planejamento agregado?

De acordo com Martins e Laugeni (2005), muitas empresas têm um mix de produção e comercialização de produtos variados e, em muitos casos, a melhor alternativa é a de agrupar esses produtos e, conseqüentemente, suas demandas em uma única demanda, que seja representativa do todo. A demanda prevista para esses grupos ou famílias de produtos é denominada "demanda agregada".

O planejamento agregado visa compatibilizar os recursos produtivos da empresa à demanda agregada, de forma a adequar os recursos necessários ao atendimento desta, atuar na demanda, a fim de que os recursos disponíveis possam atendê-la, ou, ainda, adotar uma estratégia de operações mista, atuando tanto nos recursos como na demanda.



Exemplificando

Família de produtos agrupada por similaridade de processos fabris:

Família de produtos agrupada por similaridade de processos fabris:

Produto	Cortar	Soldar	Rebarbar	Pintar	Montar I	Montar II	
A	X		X		X		Família 1– Produtos A e B
B	X		X		X		
C		X	X				Família 2– Produtos C e D
D		X	X				
E		X		X	X	X	Família 3– Produtos E e F
F		X		X	X	X	

A Figura 2.1 ilustra os níveis de agregação relacionados com os horizontes de previsão e planejamento. Do lado direito está o horizonte de planejamento: quanto mais longo o prazo, maior o nível de agregação e menor o detalhamento, que pode ser medido pelo lado esquerdo da figura.

Figura 2.1 | Horizonte de previsão e planejamento x nível de agregação

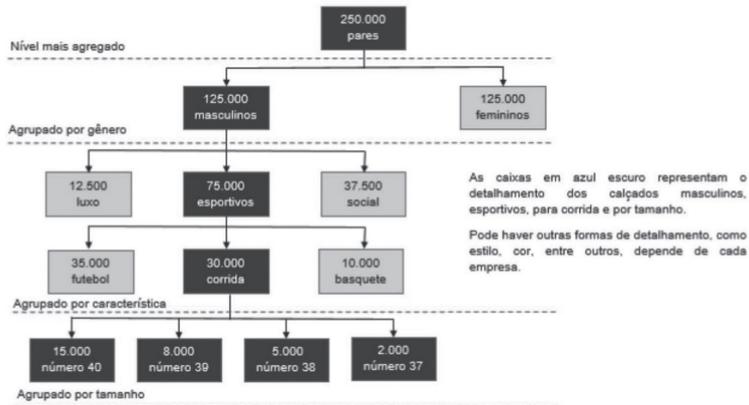


Fonte: elaborada pelo autor.

Mas o que é mesmo *mix* de produção/comercialização? São os diferentes produtos que podem ser produzidos/comercializados dentro de um grupo ou família de produtos. *Mix* de produtos está relacionado ao detalhamento do grupo ou família, ou seja, qual item será produzido, quando e quanto.



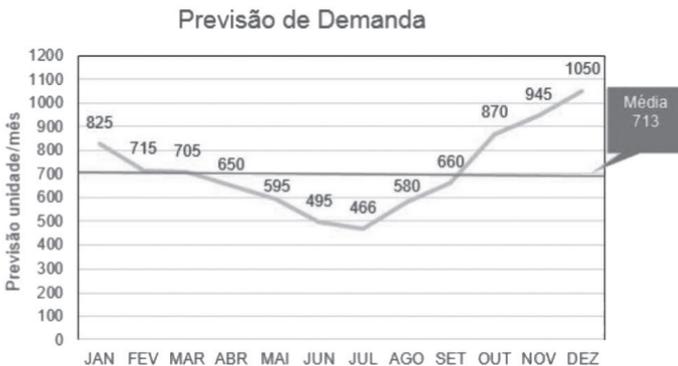
Figura 2.2 | Detalhamento da previsão e planejamento de uma indústria de calçados



Fonte: elaborada pelo autor.

O primeiro passo na execução do planejamento agregado é obter os dados da demanda prevista para o horizonte de planejamento, como segue na Figura 2.3.

Figura 2.3 | Previsão de demanda anual



Fonte: elaborada pelo autor.

A demanda média para o período de planejamento é de 713 unidades/mês. Observando o gráfico, é possível notar que se os recursos foram dimensionados para atender a demanda média, a empresa terá falta de recursos em 5 meses (jan., fev., out., nov.

e dez.) e excesso de recursos em 7 meses (mar., abr., mai., jun., jul., ago. e set.). O planejamento agregado visa balancear as faltas e excessos de recursos, atuando nas ofertas de recursos, na demanda ou adotando uma estratégia mista.



Exemplificando

- ▶ Sobre a gestão/oferta dos recursos, as empresas podem adotar algumas estratégias, como:
 - Admissão/demissão: admitir ou demitir colaboradores, dependendo das necessidades de mão de obra.
 - Utilização de horas extras: para poder atender aos aumentos de demanda, as áreas produtivas passam a trabalhar em regime de horas extras, até atender esses momentos de pico.
 - Subcontratações: a empresa contrata terceiros para a fabricação de produtos em momentos de aumento de demanda. Geralmente os custos são maiores, porque a empresa subcontratada aufere seus lucros sobre o preço final. No entanto, em alguns casos, as subcontratações podem levar a um menor custo, porque a empresa subcontratada pode ter melhores processos de fabricação e/ou menor custo com mão de obra.
 - Estoques: talvez a prática mais usada pelas empresas seja a utilização de estoques para absorção das variações decorrentes da demanda, porém essa estratégia pode levar a custos elevados dos estoques em si (materiais com custos de operação estocados) e custos com espaço físico, tecnologia (sistema de controle) e administração (equipamentos e pessoas).
- ▶ Sobre a gestão da demanda, as empresas podem adotar estratégias, como:
 - Preço de venda: aumentar o preço de venda, reduzindo a demanda, quando os recursos produtivos são insuficientes, ou diminuir os preços, podendo aumentar a demanda, quando há recursos em excesso (ociosidade de recursos).
 - Promoção: meios de publicidade, com objetivo de aumentar a demanda, quando há recursos em excesso.
 - Atraso na entrega: consiste em atrasar as entregas dos pedidos até que haja disponibilidade de recursos para atendê-los. Essa prática é arriscada porque torna os clientes insatisfeitos, podendo perdê-los.

Geralmente o PPCP e demais gestores adotam estratégias mistas para atendimento às demandas, com o menor custo possível para a empresa, sem perder o foco no atendimento das expectativas dos clientes.

Vamos agora preparar um Plano de Produção agregado utilizando duas estratégias de atendimento: a) Utilizando os estoques; b) Utilizando subcontratação.

Plano A

Utilizando os estoques para absorção das variações da demanda:

$(EI)_n$ = estoque inicial no período n ;

$(EF)_n$ = estoque final no período n ;

$(EI)_{n+1}$ = estoque inicial no período $n + 1$;

$(P)_n$ = produção no período n ;

$(D)_n$ = demanda no período n ;

Valem as relações: $(EI)_{n+1} = (EF)_n$

$$(EI)_n + (P)_n - (D)_n = (EF)_n$$

No Plano A, o planejamento da produção para cada um dos 12 meses será o mesmo e a quantidade a ser produzida será a média da previsão para o ano (713 unidades), demonstrado na Figura 2.3. Utilizaremos a Tabela 2.2 como base para o cálculo:

Tabela 2.2 | Base para cálculo de atendimento da demanda com estoques

MÊS	EI	P	D	EF		MÊS	EI	P	D	EF
JAN	0	713	825	-112		JUL	293	713	466	540
FEV	-112	713	715	-114		AGO	540	713	580	673
MAR	-114	713	705	-106		SET	673	713	660	726
ABR	-106	713	650	-43		OUT	726	713	870	569
MAI	-43	713	595	75		NOV	569	713	945	337
JUN	75	713	495	293		DEZ	337	713	1050	0

Fonte: elaborada pelo autor.

O valor mais negativo, ou seja, -114 será o estoque inicial, com o objetivo de atender toda a demanda, como mostra a Tabela 2.3:

Tabela 2.3 | Plano A: atendimento da demanda com estoques

MÊS	EI	P	D	EF	EM
JAN	114	713	825	2	58
FEV	2	713	715	0	1
MAR	0	713	705	8	4
ABR	8	713	650	71	40
MAI	71	713	595	189	130
JUN	189	713	495	407	298
JUL	407	713	466	654	531
AGO	654	713	580	787	721
SET	787	713	660	840	814
OUT	840	713	870	683	762
NOV	683	713	945	451	567
DEZ	451	713	1.050	114	283
	8.556				4.206
Estoque médio = 351 (4.206 / 12)					

$$EM = (EI + EF) / 2$$

$$114 + 2 / 2 = 58$$

Fonte: elaborada pelo autor.

Plano B

Neste plano, nós trabalharemos com uma produção constante de 660 unidades/mês e com estoque inicial nulo, subcontratando com terceiros as quantidades que faltarem para atendimento de toda a demanda, como mostra a Tabela 2.4.

Tabela 2.4 | Atendimento da demanda com subcontratação

MÊS	EI	P	D	SUBCONT.	EF	EM
JAN	0	660	825	165	0	0
FEV	0	660	715	55	0	0
MAR	0	660	705	45	0	0
ABR	0	660	650	0	10	5
MAI	10	660	595	0	75	43
JUN	75	660	495	0	240	158
JUL	240	660	466	0	434	337
AGO	434	660	580	0	514	474
SET	514	660	660	0	514	514
OUT	514	660	870	0	304	409
NOV	304	660	945	0	19	162
DEZ	19	660	1.050	371	0	10
	7.920					2.110
Estoque médio = 175,83 (2.110 / 12)						

Fonte: elaborada pelo autor.

As empresas também podem simular alternativas de atendimento trabalhando com um volume de produção constante em alguns períodos e outros volumes constantes em outros períodos, como apresentaremos no **Plano C** a seguir. O estoque inicial em janeiro será

de 150 unidades e o estoque final em dezembro será de 50 unidades. A produção será constante de janeiro a agosto e trabalharemos com o menor estoque possível no fim de agosto e, depois, com produção constante de setembro a dezembro, de maneira que seja atingido o desafio de 50 unidades no fim de dezembro.

O primeiro passo é construir um gráfico da demanda acumulada, como exemplificado na Figura 2.4.

Figura 2.4 | Demanda acumulada



Fonte: elaborada pelo autor.

A cadência de produção (unidades/mês) de janeiro a agosto é:

$$\text{Necessidade de Produção (NP)}_{\text{jan. - ago.}} = (D)_{\text{jan. - ago.}} + (EF)_{\text{ago.}} - (EI)_{\text{jan.}}$$

Como o estoque final em agosto deve ser o mínimo possível, iremos tentar fazê-lo igual a zero.

$$(NP) = 5.031 + 0 - 150 = 4.881$$

$$(P)_{\text{jan. - ago.}} = 4.881 / 8 = 610,12 \text{ unidades/mês}$$

A Tabela 2.5 apresenta o resultado de uma produção constante de 610,12 unidades/mês de janeiro a agosto:

Tabela 2.5 | Cadência de produção de janeiro a agosto

MÊS	EI	P	D	EF
JAN	150	610,12	825	-64,88
FEV	-65	610,12	715	-169,76
MAR	-170	610,12	705	-264,64
ABR	-265	610,12	650	-304,52
MAI	-305	610,12	595	-289,40
JUN	-289	610,12	495	-174,28
JUL	-174	610,12	466	-30,16
AGO	-30	610,12	580	-0,04

Fonte: elaborada pelo autor.

É possível perceber que a produção constante de 610,12 unidades/mês não será suficiente para atender plenamente a demanda. No mês de janeiro faltam 64,88 unidades e, em fevereiro, 169,76 unidades, o que equivale a $169,76/2=84,88$ unidades a mais. No final de março são necessárias $264,64/3=88,21$ unidades a mais. Assim sucessivamente, como mostra a Tabela 2.6.

Tabela 2.6 | Deficiência de atendimento x quantidades a produzir a mais

MÊS	Deficiência	Quantidades a produzir a mais
JAN	64,88	64,88
FEV	169,76	84,88
MAR	264,64	88,21
ABR	304,52	76,13
MAI	289,40	57,88
JUN	174,28	29,05
JUL	30,16	4,31
AGO	0,04	0,00

A quantidade mais crítica ocorre em março, que corresponde a 88,21 unidades a mais. Assim, a nova cadência de produção deverá ser como na fórmula a seguir:
 $(P)_{jan_ago} = 610,12 + 88,21 = 698,33$ unidades/mês

Fonte: elaborada pelo autor.

A Tabela 2.7 mostra o resultado após essa alteração:

Tabela 2.7 | Nova cadência de produção de janeiro a agosto

MÊS	EI	P	D	EF
JAN	150	698,33	825	23
FEV	23	698,33	715	7
MAR	7	698,33	705	0
ABR	0	698,33	650	48
MAI	48	698,33	595	152
JUN	152	698,33	495	355
JUL	355	698,33	466	587
AGO	587	698,33	580	706

Fonte: elaborada pelo autor.

O estoque mínimo possível em agosto será de 706 unidades/mês e não zero, como pensado na primeira simulação. De setembro a dezembro a cadência de produção será:

$$(NP)_{set-dez} = (D)_{set-dez} + (EF)_{dez} - (EI)_{set}$$

$$(EF)_{ago} = (EI)_{set}$$

$$(NP)_{set-dez} = 3.525 + 50 - 706 = 2.869 \text{ unidades}$$

$$(P)_{set-dez} = 2.869 / 4 = 717,25 \text{ unidades/mês}$$

A Tabela 2.8 mostra o resultado com a cadência planejada. Nos números circulados estão as quantidades solicitadas no problema.

Tabela 2.8 | Cadência de produção de janeiro a agosto e setembro a dezembro

MÊS	EI	P	D	EF	EM
JAN	150	698,33	825	23	87
FEV	23	698,33	715	7	15
MAR	7	698,33	705	0	3
ABR	0	698,33	650	48	24
MAI	48	698,33	595	152	100
JUN	152	698,33	495	355	253
JUL	355	698,33	466	587	471
AGO	587	698,33	580	706	646
SET	706	717,25	660	763	734
OUT	763	717,25	870	610	687
NOV	610	717,25	945	382	496
DEZ	382	717,25	1.050	50	216
8.456					3.733
Estoque médio = 311 (3.733 / 12)					

Fonte: elaborada pelo autor.

Os três planos atendem ao principal objetivo de qualquer empresa e do PPCP, que é o atendimento à demanda, no entanto, é necessário atender, também, aos interesses dos donos ou acionistas da empresa, que é trabalhar com o menor custo possível.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), quanto menos se alterar a cadência de produção, a fim de ajustá-la à demanda, maiores serão os estoques decorrentes. Alteração na cadência implica, via de regra, em contratar ou demitir colaboradores, ou trabalhar com horas extras, o que também incorre em custos. Para escolhermos o plano que melhor atende à demanda, com menor custo, utilizaremos, como exemplo, os seguintes dados:

Custo de manutenção dos estoques _____ \$ 3,00 / unidade/mês.

Custo de admissão de um colaborador _____ \$ 600,00 / colaborador.

Custo de demissão _____ \$ 1.200,00 / colaborador.

Custo de produção em horas normais _____ \$ 70,00 / unidade.

Custo de produção em horas extras _____ \$ 95,00 / unidade.

Custo de subcontratar com terceiros _____ \$ 120,00 / unidade.

Capacidade produtiva _____ 10 unidades / homem/mês.

Custo do plano = (custo da produção) + (custo do EI) - (custo EF) + (custo da manutenção do estoque) + (custo da variação da mão de obra) + (custo da subcontratação) + ...

Vamos agora comparar os três planos e escolher o melhor atendimento pleno da demanda e menor custo?

Antes da comparação, cabe aqui uma explicação. No momento das simulações do plano agregado à empresa existiam 72 funcionários operacionais. Como cada funcionário produz 10 unidades/mês, a produção por mês é de 720 unidades (72 * 10). Para atender ao Plano B, seria necessário demitir 6 funcionários. Esse custo de demissão está contemplado nos cálculos.

Tabela 2.9 | Análise dos Planos

PLANO A								
	PRODUÇÃO	EI	EF	EM	SUBCONT.	ADMISSÃO	DEMISSÃO	TOTAL
Qtdes	8.556	114	114	4.206	0	0	0	
Custo unitário (R\$)	70	70	70	3	120	600	1.200	
Custo total (R\$)	598.920	7.980	7.980	12.618	0	0	0	627.498
Custo total do plano (R\$) = 627.498/ano ou 52.291,50/mês								
PLANO B								
	PRODUÇÃO	EI	EF	EM	SUBCONT.	ADMISSÃO	DEMISSÃO	TOTAL
Qtdes	7.920	0	0	2.110	636	0	6	
Custo unitário (R\$)	70	0	70	3	120	600	1.200	
Custo total (R\$)	554.400	0	0	6.330	76.320	0	7.200	644.250
Custo total do plano (R\$) = 644.250/ano ou 53.687,50/mês								
PLANO C								
	PRODUÇÃO	EI	EF	EM	SUBCONT.	ADMISSÃO	DEMISSÃO	TOTAL
Qtdes	8.456	150	50	3.733	0	0	0	
Custo unitário (R\$)	70	70	70	3	120	600	1.200	
Custo total (R\$)	591.920	10.500	3.500	11.199	0	0	0	617.119
Custo total do plano (R\$) = 617.119/ano ou 51.426,58/mês								

Fonte: elaborada pelo autor.

A melhor opção é o Plano C, com uma cadência de produção de janeiro a agosto e outra cadência de produção entre setembro e dezembro.



Refleta

Você consegue pensar em outras alternativas (planos) para atender à demanda prevista?



O PPCP e demais responsáveis pelo planejamento agregado devem investir tempo em diferentes simulações, cenários e situações. Quanto mais opções forem preparadas e analisadas, maiores são as chances de sucesso de implementação do plano selecionado. Saiba mais acessando o link a seguir: SANTOS, Lucas Alexandre dos Reis; SILVA, Helder, Antônio da; NOVÔA, Nicássia Feliciano. Proposta de modelo de demanda e planejamento agregado para um frigorífico. **XII SEGeT**, out. 2015. Disponível em: <www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/22722245.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2016.

Agora que conhecemos mais sobre planejamento agregado, como criar simulações e escolher a melhor opção? Que tal praticarmos no tópico “Sem medo de errar”?

Sem medo de errar

Nesse ponto, voltamos à nossa missão, que é a de preparar um Planejamento Agregado de longo prazo para a empresa Autopeças After Market. Os gestores da empresa, sob a liberação de Sr. Guido, prepararam uma previsão de demanda para o próximo ano e precisam do seu auxílio para planejar seus recursos de forma que atendam a demanda com o menor custo possível.

Com os conhecimentos adquiridos até aqui, é possível preparar pelo menos duas simulações de planejamento, para selecionar qual atende da melhor maneira as necessidades dos clientes (demanda) e dos gestores e dono da empresa (menor custo).

Preparare duas simulações e tabelas (Planos A e B) de Planejamento Agregado para escolhermos qual mais se adequa à resolução do problema:

Plano A: aplicar a média das demandas linearmente ao longo do ano. Dessa maneira conseguiremos uma boa cadência das operações.

Passo 1 – Obter a média da previsão da demanda.

Passo 2 – Descobrir qual deve ser o estoque inicial em janeiro, para que a demanda seja plenamente atendida.

Passo 3 – Preencher a tabela com os volumes de produção (P), EI, EF e EM.

Plano B: subcontratar de terceiros.

Passo 1 – Considerar o estoque inicial de janeiro igual a zero e estoque final de dezembro igual a zero.

Após preparadas as tabelas com as duas simulações, analisaremos, então, os custos de cada simulação.

Observação: consideraremos que o quadro de pessoal estará adequado aos planos que adotarmos, ou seja, nas análises sobre os custos não serão consideradas contratações ou demissões.

No final do trabalho devemos entregar um relatório com as duas simulações e com a recomendação de qual delas atende a demanda, com menor custo.

Vamos preparar o planejamento agregado? Para ajudar o trabalho, veja a solução de um problema semelhante em “Avançando na prática”.



Atenção

Lembre-se: quanto mais simulações prepararmos melhor será o resultado.

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu, transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e depois compare-a com a de seus colegas.

Embalatudo serviços de embalagem

Descrição da situação-problema

A empresa Embalatudo presta serviços de embalagem em blister (PVC moldados – vide vídeo) há 6 anos e, desde então, os sócios e irmãos Amauri e Amaro tiveram a preocupação de estruturar a empresa. Criaram organogramas, fluxos de trabalho e normas de qualidade.

A empresa cresceu rapidamente e nos dias atuais trabalha com diferentes tipos de produtos, mas com um único processo de fabricação: embalagem de peças em blister no sistema carrossel.



Assimile

Assista ao vídeo da máquina seladora blister no link disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=QCAvsqF0JU>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

Os sócios, juntamente com seus gestores, prepararam uma previsão de demanda anual e precisam, agora, preparar um planejamento agregado que atenda a demanda prevista, com o menor custo possível, porém, estão inseguros sobre como avançar nesse tipo de planejamento.

Essa será nossa missão. A partir da previsão de demanda e demais informações apresentadas a seguir, deveremos recomendar o planejamento agregado que mais se aproxima do atendimento às necessidades dos clientes e dos sócios (menor custo possível).

Previsão de demanda (mensal):

jan	fev	mar	abr	mai	jun
1.285.000	1.115.000	1.105.000	1.105.000	925.000	775.000

jul	ago	set	out	nov	dez
720.000	900.000	1030.000	1.355.000	1.475.000	1.640.000

MÉDIA
1.111.667

Custo de manutenção dos estoques _____ \$ 0,50 / unidade/mês.

Custo de admissão de um colaborador ____ \$ 600,00 / colaborador.

Custo de demissão _____ \$ 1.200,00 / colaborador.

Custo de produção em horas normais _____ \$ 1,00 / unidade.

Custo de produção em horas extras _____ \$ 1,50 / unidade.

Custo de subcontratar com terceiros _____ \$ 1,71 / unidade.

Capacidade produtiva _____ 10.000 unidades / homem / mês.

Resolução da situação-problema

Prepararemos duas simulações de planejamento agregado para escolhermos qual mais se adequa à resolução do problema. Uma das alternativas será aplicando a média das demandas linearmente ao longo do ano. Dessa maneira, conseguiremos uma boa cadência das operações. A outra alternativa será com subcontratação de terceiros, uma vez que há bons prestadores desse tipo de serviço na região de atuação da EmbalaTudo.

Plano A: produção mensal da média de demanda.

Passo 1 – Obter a média da previsão da demanda:

jan	fev	mar	abr	mai	jun
1.285.000	1.115.000	1.105.000	1.105.000	925.000	775.000
jul	ago	set	out	nov	dez
720.000	900.000	1030.000	1.355.000	1.475.000	1.640.000

MÉDIA
1.111.667

Passo 2 – Descobrir qual deve ser o estoque inicial em janeiro, para que a demanda seja plenamente atendida:

MÊS	EI	P	D	EF	MÊS	EI	P	D	EF
JAN	0	1.111.667	1.285.000	-173.333	JUL	450.002	1.111.667	720.000	841.669
FEV	-173.333	1.111.667	1.115.000	-176.666	AGO	841.669	1.111.667	900.000	1.053.336
MAR	-176.666	1.111.667	1.105.000	-169.999	SET	1.053.336	1.111.667	1.030.000	1.135.003
ABR	-169.999	1.111.667	1.015.000	-73.332	OUT	1.135.003	1.111.667	1.355.000	891.670
MAI	-73.332	1.111.667	925.000	113.335	NOV	891.670	1.111.667	1.475.000	528.337
JUN	113.335	1.111.667	775.000	450.002	DEZ	528.337	1.111.667	1.640.000	4

$$EF = EI + P - D \quad \text{Exemplo de janeiro} - EF = 0 + 1.111.667 - 1.285.000 = -173.333$$

É possível perceber que o valor mais crítico de atendimento será em fevereiro (-176.666). Esse será o estoque inicial no primeiro dia de janeiro. Veja a seguir:

Passo 3 – Preencher a tabela com os volumes de produção (P), EI, EF e EM

MÊS	EI	P	D	EF	EM
JAN	176.666	1.111.667	1.285.000	3.333	90.000
FEV	3.333	1.111.667	1.115.000	0	1.667
MAR	0	1.111.667	1.105.000	6.667	3.334
ABR	6.667	1.111.667	1.015.000	103.334	55.001
MAI	103.334	1.111.667	925.000	290.001	196.668
JUN	290.001	1.111.667	775.000	626.668	458.335
JUL	626.668	1.111.667	720.000	1.018.335	822.502
AGO	1.018.335	1.111.667	900.000	1.230.002	1.124.169
SET	1.230.002	1.111.667	1.030.000	1.311.669	1.270.836
OUT	1.311.669	1.111.667	1.355.000	1.068.336	1.190.003
NOV	1.068.336	1.111.667	1.475.000	705.003	886.670
DEZ	705.003	1.111.667	1.640.000	176.670	440.837
	13.340.004				6.540.016
Estoque médio = 545.001 (6.540.016 / 12)					

$$EM = (EI + EF) / 2$$

Plano B: subcontratação de terceiros para execução de serviços quando o atendimento for insuficiente. Nesta simulação consideraremos estoque inicial de janeiro igual a zero e estoque final de dezembro igual a zero.

MÊS	EI	P	D	SUBCONT.	EF	EM
JAN	0	935.000	1.285.000	350.000	0	0
FEV	0	935.000	1.115.000	180.000	0	0
MAR	0	935.000	1.105.000	170.000	0	0
ABR	0	935.000	1.015.000	80.000	0	0
MAI	0	935.000	925.000	0	10.000	5.000
JUN	10.000	935.000	775.000	0	170.000	90.000
JUL	170.000	935.000	720.000	0	385.000	277.500
AGO	385.000	935.000	900.000	0	420.000	402.500
SET	420.000	935.000	1.030.000	0	325.000	372.500
OUT	325.000	935.000	1.355.000	95.000	0	162.500
NOV	0	935.000	1.475.000	540.000	0	0
DEZ	0	935.000	1.640.000	705.000	0	0
	11.220.000					1.310.000
Estoque médio = 109.167 (1.310.000 / 12)						

Analisando os estoques, a opção de subcontratação é mais interessante, porém, precisamos avaliar as variáveis relacionadas aos custos. Consideraremos que o quadro de pessoal estará adequado aos planos que adotarmos, ou seja, nas análises sobre os custos não serão consideradas contratações ou demissões.

PLANO A								
	PRODUÇÃO	EI	EF	EM	SUBCONT.	ADMISSÃO	DEMISSÃO	TOTAL
Qtde	13.344.004	176.666	176.670	6.540.016	0	0	0	
Custo unitário (R\$)	1	1	1	0,50	1,71	600	1.200	
Custo total (R\$)	13.344.004	176.666	176.670	3.270.008	0	0	0	16.967.348

Custo total do plano (R\$) = 16.967.348.000 / ano ou 1.413.946 / mês

PLANO B								
	PRODUÇÃO	EI	EF	EM	SUBCONT.	ADMISSÃO	DEMISSÃO	TOTAL
Qtde	11.220.000	0	0	1.310.000	2.120.000	0	0	
Custo unitário (R\$)	1	1	1	0,50	1,71	600	1.200	
Custo total (R\$)	11.220.000	0	0	655.000	3.625.200	0	0	15.500.200

Custo total do plano (R\$) = 15.500.200 / ano ou 1.291.683 / mês

Analisando os custos, concluímos que o planejamento mais viável para atender as demandas com o menor custo é o que considera subcontratar serviços de terceiros. A economia anual ao se adotar esse plano será de R\$ 1.467.148,00.

Como já comentado anteriormente, é importante que se faça o máximo de simulações possíveis em busca do melhor plano. Misturar alternativas nas simulações pode trazer bons resultados, por exemplo, cadências em diferentes períodos, com contratações em outros períodos e com horas extras em outros. O PPCP deve estar preparado para responder às perguntas sobre as melhores opções, e as simulações ajudam a refletir e organizar as ideias.



Atenção

O planejamento agregado visa compatibilizar os recursos produtivos da empresa à demanda agregada, de forma a adequar os recursos necessários ao atendimento da demanda, atuar para que os recursos disponíveis possam atendê-la ou ainda adotar uma estratégia de operações mista, atuando tanto nos recursos como na demanda.



Faça você mesmo

Agora, que tal praticarmos um pouco mais nosso conhecimento sobre previsão da demanda? Os problemas da empresa a seguir se assemelham aos discutidos nessa seção e servem para reforçarmos a aplicação dos conceitos aprendidos. Vamos lá?

A Metalúrgica Moreira produz parafusos e arruelas há mais de 40 anos. A empresa está em sua terceira geração e o atual presidente é o neto do fundador da empresa. Administrador de formação, ele "profissionalizou" a empresa, desenvolvendo juntamente com seus gestores e consultorias externas valores, missão, visão, organogramas, fluxogramas e gestão integrada da qualidade. A empresa se orgulha de ser certificada em ISO 9.000 e ISO 14.000.

A previsão de demanda foi preparada colaborativamente, envolvendo colaboradores internos (de diferentes áreas), clientes, sindicatos, meios de comunicação e fornecedores.

Como veremos a seguir, há uma previsão de demanda para o próximo ano, porém o presidente e seus diretores querem ajuda externa para o planejamento agregado.

Esse será nosso desafio: a partir das informações fornecidas simular alguns planos de produção e sugerir aos gestores qual trará melhores resultados.

jan	fev	mar	abr	mai	jun
1.286.000	1.116.000	1.104.000	1.114.000	924.000	774.000

jul	ago	set	out	nov	dez
720.000	900.000	1032.000	1.356.000	1.476.000	1.638.000

Custo de manutenção dos estoques — \$ 0,15 / unidade/mês.

Custo de admissão de um colaborador — \$ 600,00 / colaborador.

Custo de demissão _____ \$ 1.200,00 / colaborador.

Custo de produção em horas normais — \$ 0,50 / unidade.

Custo de produção em horas extras — \$ 0,75 / unidade.

Custo de subcontratar com terceiros — \$ 0,90 / unidade.

Capacidade produtiva _____ 20.000 unidades / homem/mês.

Faça valer a pena

1. O detalhe dos produtos que podem ser produzidos/comercializados dentro de um grupo, ou família de produtos, é conhecido como:

- a) Planejamento agregado.
- b) Subcontratação.
- c) Planejamento estratégico.
- d) Mix.
- e) Tendências.

2. O tipo de planejamento que trabalha com as demandas agregadas denomina-se:

- a) Planejamento agregado.
- b) Planejamento operacional.
- c) Controle de produção.
- d) Previsão de demanda.
- e) PPCP.

3. O planejamento agregado visa encontrar um plano de produção que atenda plenamente as demandas com o menor custo possível. O horizonte do planejamento agregado é para:

- a) Curto prazo.
- b) Médio prazo.
- c) Depende da empresa.
- d) Prazo de atendimento.
- e) Longo prazo.

Seção 2.2

Planejamento mestre de produção

Diálogo aberto

Olá, aluno!

Vamos dar continuidade à nossa caminhada que levará você a adquirir a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade, e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a realizar o planejamento da produção.

Para você praticar os conceitos e técnicas apresentados, nós continuaremos trabalhando com a empresa After Market (apresentada na Seção 2.1), que, apesar do pouco tempo de existência, prosperou rapidamente e precisa implementar boas práticas de planejamento em suas operações.

Na última seção, nós ajudamos o Sr. Guido, dono da empresa, a elaborar um plano de produção, por meio do planejamento agregado de suas operações. Só que as informações estão agrupadas em famílias, o que dificulta um melhor direcionamento da programação da produção.

Mas por onde começar? Foi sugerido por um dos gestores da empresa, um projeto piloto com a seguinte família de produtos: sistema de vedação. Isso porque a empresa After Market tem muitos produtos e quer ter certeza que as metodologias indicadas por você trarão resultados positivos, para depois replicar para todos os seus produtos.

Vejam o plano de produção da família de produtos sistema de vedação. A Tabela 2.10 apresenta as informações agregadas.

Tabela 2.10 | Demanda agregada: família sistema de vedação

Período (semanas)	13	14	15	16	17	18
Demanda prevista	3.500	3.550	3.600	3.500	3.550	3.500

Fonte: elaborada pelo autor.

Essa família é composta por três produtos: Juntas, com participação de 50%; Silicone, com participação de 20%; Oring, com participação de 30%.

Outras informações relevantes a essa família de produtos:

- Lote econômico = 160 unidades.
- Estoque de segurança = 200 unidades.
- Recebimento programado = 1.750 unidades na semana 13.
- Estoque inicial = 200 unidades.

Com base nestas informações, você tem o desafio de elaborar um Plano Mestre de Produção (PMP) para a família de produtos sistema de vedação.

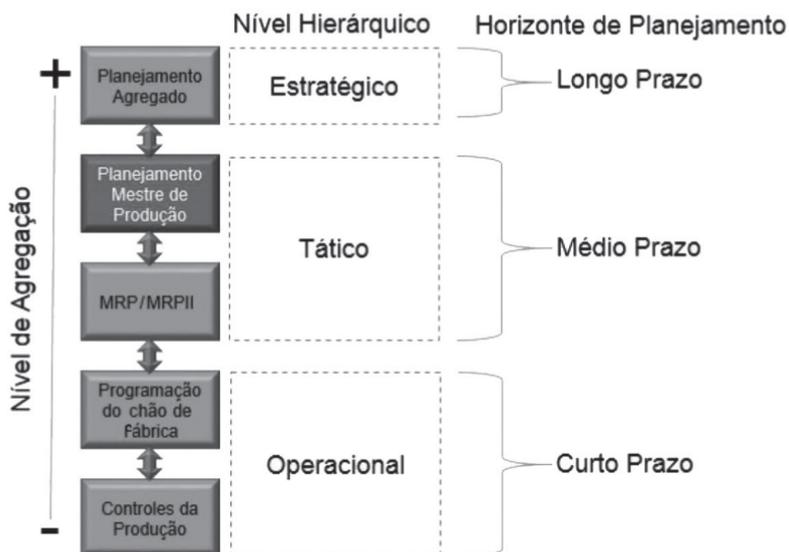
Vamos progredindo e construindo o **planejamento da produção**.

Bons estudos!

Não pode faltar

Para iniciar, veja que a Figura 2.5 mostra onde estamos no processo de planejamento, programação e controle de produção. Na seção anterior, aprendemos sobre o planejamento agregado e sua principal entrega, que é o plano de produção.

Figura 2.5 | Sequência de planejamento, programação e controle de produção



Fonte: elaborada pelo autor.

O planejamento mestre da produção faz a conexão entre o planejamento agregado, preparado no nível hierárquico estratégico da empresa e as atividades operacionais da produção. Dessa forma, de acordo com Tubino (2010), em termos de prazos, o planejamento mestre exerce duas funções básicas dentro da lógica de PPCP: uma relacionada à análise e validação da capacidade de médio prazo do sistema produtivo em atender à demanda futura, que desmembra a estratégia de produção em táticas operacionais (link entre o longo e médio prazo); e outra, implementando a tática escolhida para o próximo período, identificando as quantidades de produtos acabados que deverão ser produzidas de forma a iniciar o processo de programação da produção (link entre o médio e o curto prazo).

A principal entrega do planejamento mestre de produção é um documento denominado de Plano Mestre de Produção (PMP), que é o resultado de um processo que visa formalizar as decisões tomadas quanto à necessidade de produtos acabados a cada período analisado. Nesse processo, verifica-se a disponibilidade de recursos para a execução de um plano mestre de produção inicial. Se o plano é viável, este é autorizado e disponibilizado para as demais áreas da

empresa, porém, se forem encontrados problemas, deve-se refazer o plano inicial até se encontrar um que seja factível.

Algumas vezes, após as simulações de versões de PMP sem sucesso, pode-se chegar ao ponto de ter que retornar ao nível do plano de produção (etapa anterior, de planejamento agregado) e reconsiderar algumas questões estratégicas.

O PMP é voltado para a operacionalização da produção e trata dos produtos individualizados, diferentemente do plano de produção, que trata de grupos ou famílias de produtos. Outra diferença importante está na unidade de tempo trabalhada. O PMP analisa e planeja semanas ou, no máximo, meses (para produtos com longos ciclos produtivos) – no plano de produção os períodos de planejamento são de meses, trimestres e anos.

Na elaboração do PMP estão envolvidas todas as áreas que fornecerão subsídios para as decisões propostas e que usarão as informações no PMP. A equipe de Finanças coordenará os gastos com compras, estoques, horas extras, manutenção das instalações e equipamentos; Marketing e Vendas terá informações sobre o atendimento das demandas previstas; Produção informará suas limitações de capacidade e instalações; Compras poderá negociar melhor com seus fornecedores; Recursos Humanos apresentará seu plano de contratação/demissão e treinamento de pessoal; também podem participar representantes da Manutenção, Engenharia, TI, entre outros.

A determinação dos intervalos de tempo (anos, meses, semanas, entre outros) que irão compor o planejamento mestre está associada à velocidade de fabricação dos itens incluídos no plano mestre e a possibilidade prática de alterar tal plano.



Exemplificando

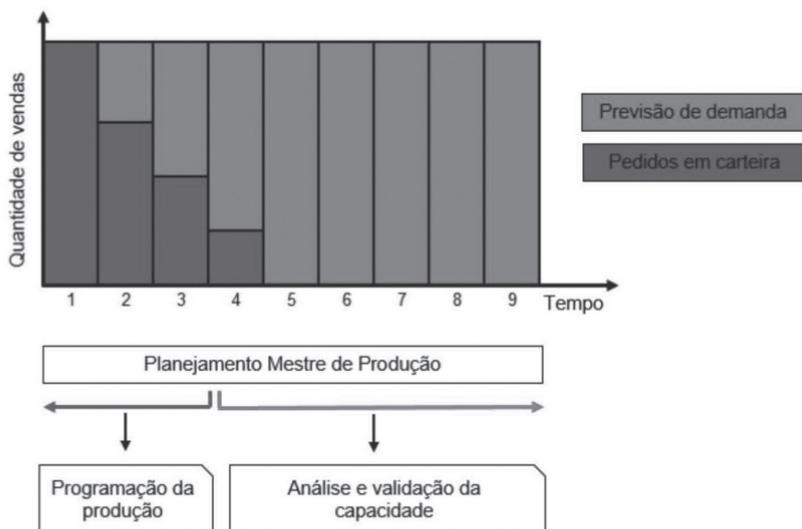
Há empresas de prestação de serviços de embalagens que recebem insumos de seus fornecedores de um dia para o outro e o lead time de produção pode ser de uma hora, mesmo para grandes volumes de produção, no entanto, a fabricação de navios, grandes turbinas ou prédios podem ter altos lead times, de meses ou até semestres.

Tubino (2006) recomenda que, mesmo para produtos com baixo lead time de produção, o PMP considere o período de uma semana congelado ou firme. Mas o que é isso?

É o período em que todos dentro do sistema produtivo estão trabalhando para atender a um plano comum, sincronizando da melhor maneira possível todas as atividades. As alterações nesse plano podem ser caras e indesejáveis, por isso os períodos são congelados (sem alterações neste período). Há empresas que trabalham com tolerâncias de alterações do PMP. Por exemplo, na primeira semana não pode haver alterações, na segunda semana pode se alterar 20% do PMP, na terceira semana 30%, assim por diante.

A Figura 2.6 mostra uma situação de horizonte de planejamento que as empresas devem buscar por facilitar a organização dos recursos e sincronismo das operações. A primeira semana está totalmente ocupada com pedidos em carteira (pedidos colocados pelos clientes), a segunda semana parcialmente ocupada com pedidos e uma parcela de previsão de demanda e assim por diante, até se atingir o período que trabalha apenas com previsões.

Figura 2.6 | Horizonte do planejamento mestre de produção



Fonte: elaborada pelo autor.

Você se lembra de quando falamos de planejamento colaborativo na seção sobre previsão da demanda (Seção 1.3)? Pois é, de acordo com Tubino (2006), uma forma de tornar mais eficaz a dinâmica de passagem do planejamento de capacidade para o de congelamento do período de curto prazo do PMP consiste em melhorar o relacionamento com os clientes, desenvolvendo políticas de parcerias de longo prazo que garantam maior visão da demanda futura para planejamento da capacidade, bem como certeza na demanda atual para programação da parte congelada do PMP.

A primeira tarefa do planejamento mestre da produção é transformar a previsão de demanda em informações úteis à operação. Por exemplo, um mesmo produto acabado, que será exportado para a China, também será entregue no mercado interno, porém, suas embalagens serão diferentes e, conseqüentemente, seus códigos, por isso, as previsões de demanda dos dois códigos são elaboradas separadamente. Para otimizar o sistema produtivo, o PMP deve consolidar essas duas demandas em apenas uma e programar a fábrica, como mostra a tabela a seguir:

Tabela 2.11 | Consolidação da previsão de demanda

	Período	SEM12	SEM13	SEM14	SEM15
Código da China	PA14EXP	120	110	130	140
Código Mercado Interno	PA45INT	230	210	220	250
PMP	Σ Códigos	350	320	350	390

Fonte: elaborada pelo autor.

Outro ponto, que exige essa transformação das informações de demanda em produção diz respeito à dinâmica de lotes econômicos de produção, porque restrições de fábrica fazem com que não seja econômico produzir de acordo com a demanda prevista. Dessa maneira, o lote econômico é a quantidade economicamente viável financeiramente a ser produzida. O exemplo a seguir é da empresa “Estamparia de Metal”, que trabalha com lotes econômicos múltiplos de 250 peças.

Tabela 2.12 | PMP considerando lote econômico

	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	TOTAL
Previsão da Demanda	1.250	1.210	1.190	1.210	1.140	6.000
PMP	1.250	1.250	1.000	1.250	1.250	6.000

Fonte: elaborada pelo autor.

Veja que o PMP considera a produção de múltiplos lotes econômicos, otimizando a operação. Mais adiante, aprenderemos como se calcula o lote econômico. P, nesse momento é importante que você saiba que se trata de uma informação importante na elaboração do PMP.

Após essas considerações iniciais, vamos colocar as mãos na massa e elaborar um plano mestre de produção?

Antes, uma última consideração: algumas empresas trabalham com estoques, que visam cobrir variabilidades da demanda e/ou incertezas do ressurgimento. Esses estoques são denominados “estoques de segurança”.



Refleta

Há algum tempo, São Paulo teve problemas com a falta de chuva em todo o Estado e as represas entraram em seu “volume morto”, ou seja, uma reserva de água que só deveria ser utilizada em casos extremos. Você acredita que o volume morto é um estoque de segurança?

Agora, vamos preparar o PMP. O primeiro passo é o desmembramento do plano agregado, que acontece da seguinte maneira: com base nos históricos de demanda e/ou informações qualitativas, são informados os percentuais que cada produto deverá receber individualmente.

Na Tabela 2.13 estão as informações sobre a demanda da empresa de uniformes profissionais “Tô no padrão do patrão”. Veja que há uma demanda agregada e um percentual dessa demanda é distribuído para cada cor do uniforme.

Tabela 2.13 | Demanda de uniformes distribuída por cores

Período	13	14	15	16	17	18
Demanda Prevista	1.200	1.150	1.250	1.300	1.100	1.350
Branco (50%)	600	575	625	650	550	675
Azul (20%)	240	230	250	260	220	270
Verde (30%)	360	345	375	390	330	405

Fonte: elaborada pelo autor.

O segundo passo é calcular as quantidades a serem produzidas, com base nas premissas de lote econômico e estoque de segurança. Vamos trabalhar com os uniformes brancos, como mostra a Tabela 2.14.

Tabela 2.14 | Demanda de uniformes distribuída por cores

Lotes:	120	120	Estoque i	70	Estoque segurança	70	
PMP Uniformes Brancos							
Período		13	14	15	16	17	18
Demanda		600	575	625	650	580	675
Recebimento programado		600	0	0	0	0	0
Estoque projetado antes PMP	70	1 70	2 70	95	70	20	40
Necessidade Líquida		0	3 505	530	580	560	635
PMP		0	4 600	600	600	600	600
Estoque depois PMP		70	5 95	70	20	40	6 35

Fonte: elaborada pelo autor.

1 Estoque Projetado = Recebimento Programado + Estoque Projetado antes do PMP – Demanda Prevista

Observações:

a) Os estoques projetados antes e depois do PMP se repetem na semana 13, porque se trata do período congelado, ou firme, e não será alterado.

b) Recebimento programado refere-se à quantidade programada em períodos anteriores, que, de acordo com o lead time de entrega, será recebida na semana 13.

c) Estoque de segurança é mantido durante os períodos

2 Necessidade Líquida: Demanda – Estoque depois do PMP do período anterior

- 3 O PMP calcula a quantidade que será produzida, considerando que o PMP deve ser igual ou maior que a Necessidade Líquida, neste caso, o lote de fabricação é múltiplos de 120 peças). Sendo assim, a Necessidade Líquida de 575 unidades / 120 lotes econômicos, teremos o valor de 4,8, ou seja, aproximadamente 5 lotes de 120 unidades, resultando em um PMP = 600 unidades
- 4 Estoque depois do PMP = PMP + Estoque Projetado depois do PMP (período anterior) – Demanda Prevista.
- 5 Neste caso, no período 18, o PMP de 600 uniformes brancos não atenderia a demanda, ou seja essa operação se transformaria em gargalo e seria necessário tomar uma decisão, ou utilizar o Estoque de Segurança de 70 peças, ou rever a estratégia de produção.

Após a transformação das informações da previsão de demanda em informações operacionais, o planejamento mestre de produção deve gerar um PMP inicial que será testado frente às necessidades de capacidade produtiva. A função da análise da capacidade produtiva do PMP consiste em equacionar os recursos produtivos da parte variável do plano.

Normalmente não há grandes problemas nessa fase de análise de capacidade, porque o PMP gerado é um desmembramento do plano de produção de longo prazo, que já foi analisado de forma agregada quando de sua elaboração, no entanto, ajustes de médio prazo na capacidade produtiva que não foram incluídos anteriormente podem ser necessários.

De acordo com Tubino (2006), nos sistemas de informações gerenciais integrados (ERP) existe um módulo, geralmente chamado de RCCP (*Rough Cut Capacity Planning*, ou planejamento grosseiro de capacidade), que é o responsável por fazer esta análise da capacidade que, embora seja grosseira ao não considerar questões de programação, como o sequenciamento das ordens no curto prazo, pode ser executado rapidamente. A rotina de cálculo para análise da capacidade produtiva do PMP é obtida por meio dos seguintes passos:

1. Identificar os recursos a serem incluídos na análise. Como forma de simplificação, pode-se considerar apenas os recursos críticos, ou gargalos.

2. Obter o padrão de consumo, ou taxa de produção no caso de máquinas, da variável que se pretende analisar (horas/máquina/unidade, horas/homem/unidade, m³/unidade etc.) de cada produto acabado incluído no PMP para cada recurso. Nesse padrão de consumo já podem estar contidas as taxas de eficiência, de paradas para manutenção, de setups, entre outros, ou estes valores podem vir discriminados em separado para controle.

3. Multiplicar o padrão de consumo de cada produto para cada recurso pela quantidade de produção prevista desse produto no PMP para o período em que esse recurso será acionado em função dos lead times de planejamento.

4. Consolidar as necessidades de capacidade para cada recurso em cada período.

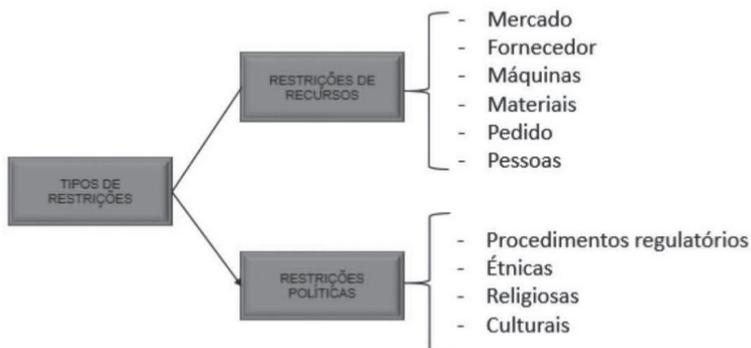
5. Comparar as disponibilidades dos recursos com as necessidades de capacidades calculadas em cada período para a tomada de decisão quanto à viabilidade do PMP.

Acontece que muitas empresas não possuem um sistema de ERP tão sofisticado e/ou não organizaram as informações dentro desse sistema, para obterem o resultado no tempo necessário. Uma solução que pode ser bastante assertiva é a de se conhecer as principais restrições e gargalos da empresa e que nas reuniões de validação/aprovação do PMP os responsáveis pelas áreas analisem e informem se poderá haver problemas de atendimento do plano.

Vamos entender o que são restrições e gargalos? No livro *A Meta*, Goldratt e Cox (1994) explicam que toda empresa tem uma meta, mas ela tem limitações que evitam que o lucro seja infinito. Essas limitações são conhecidas como restrições ou gargalos.

• **Restrições:** qualquer coisa que limita um melhor desempenho de um sistema, como o elo mais fraco de uma corrente, ou ainda, alguma coisa que a empresa não tem o suficiente a ponto de limitar o desempenho de toda a empresa. A Figura 2.7 mostra os tipos de restrições.

Figura 2.7 | Tipos de restrições



Fonte: elaborada pelo autor.

• **Gargalos:** recurso cuja capacidade é igual ou menor do que a demanda colocada nele. Portanto, se a demanda excede a capacidade de produção de uma fábrica, quer dizer que ao menos existe um gargalo no processo de produção. A empresa pode ter um ou mais gargalos e, ao longo do tempo, o número e localização dos gargalos pode mudar.



Exemplificando

Na empresa “Estamparia de Metal” o planejamento mestre de produção desmembrou o plano de produção (agregado) e, na reunião de validação/aprovação, foram levantados os seguintes pontos:

1. Restrição: necessidade de produzir 500.000 peças de produtos que utilizam um aço importado, que na elaboração do Plano de produção foi estimado com dólar a 3,10 e agora está cotado a 4,30 (aumento de 39%), podendo comprometer a rentabilidade.
2. Gargalo: aumento de 10% na necessidade de produção de produtos que passam na prensa de 14 TON, que já trabalha 24 horas x 7 dias por semana.

É importante que você se lembre que os planejamentos têm como objetivo atender a demanda prevista e, antes de refazer um PMP, é necessário buscar alternativas que eliminem, ou pelo menos reduzam as limitações da empresa. Algumas delas foram mencionadas na seção anterior (subcontratar, trabalhar com horas extras, contratar e/ou treinar pessoal) e outras que podem surgir

durante a elaboração do PMP, como alteração de materiais e desenvolvimento de novas fontes de fornecimento, por exemplo.

Após as análises de capacidade, a versão aprovada em reunião é divulgada para a produção e demais áreas da empresa, para que se preparem e cumpram o PMP.



Pesquise mais

Ficou curioso com o assunto? Uma boa maneira de se aprender mais sobre o assunto é buscando artigos, principalmente acadêmicos, que aplicam as teorias às práticas empresariais. É o exemplo do link a seguir, que explica o processo de implementação do PMP em uma indústria de cervejas e refrigerantes:

CAVALCANTI, E. M. B.; MORAES, W. F. A. de. **Programa mestre de produção**: concepção teórica x aplicação prática na indústria de cervejas e refrigerantes. [s/d]. Disponível em: <http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/enanpad1998_ols_13.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2016.

Estudando e praticando conseguimos absorver melhor os conceitos apresentados. Por isso, a seguir, vamos elaborar um PMP para a empresa After Market, que precisa organizar suas operações. Preparado?

Bons estudos!

Sem medo de errar

Nesse ponto, voltamos à nossa missão, que é de elaborar um PMP para a empresa Autopeças AfterMarket. Os gestores da empresa, sob a liberação de Sr. Guido, já nos forneceram informações sobre a previsão de demanda da família de seus produtos de sistemas de vedação, conforme apresentado no *Diálogo aberto*.

Para praticar, nós trabalharemos com o produto “Juntas”, utilizando os seguintes passos na realização do plano:

1. Desmembrar a demanda agregada entre os produtos da família, conforme participação informada no *Diálogo aberto*; Juntas, com participação de 50%; Silicone, com participação de 20%; Oring, com participação de 30%.

2. Elaborar uma tabela nos padrões apresentados na Tabela 2.14, contendo as informações de Lote Econômico (múltiplo) – 160 unidades; Estoque de Segurança – 200 unidades; Recebimento Programado – 1.750 unidades na semana 13; Estoque Inicial – 200 unidades.

Vamos preparar esse PMP? Para ajudar o trabalho, veja a solução de um problema semelhante em *Avançando na prática*.



Atenção

Lembre-se de que algumas versões ou revisões de PMP são preparadas até que todos os executores do plano estejam confortáveis com sua viabilidade.

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu, transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e depois compare-as com as de seus colegas.

Embalatudo serviços de embalagem

Descrição da situação-problema

Você se lembra da empresa Embalatudo, dos sócios Amauri e Amaro? É a mesma empresa em que trabalhamos na seção anterior. Os sócios estão organizando a empresa com diferentes tipos de produtos, mas com um único processo de fabricação: embalagem de peças em blister.

Na seção anterior nós auxiliamos a empresa na elaboração de um planejamento agregado de produção, que resultou em plano de produção. Nesta seção, nós auxiliamos os donos e gestores da empresa na preparação de um PMP, que será feito por meio do planejamento mestre de produção.

Nós já conseguimos informações que serão fundamentais na elaboração do PMP. A decisão foi de se iniciar o trabalho com a família de produtos “Higiene Pessoal”, que apresenta como previsão de demanda a tabela a seguir:

Período (semanas)	13	14	15	16	17	18
Demanda prevista	10.100	10.500	10.200	10.100	10.300	10.400

Essa família é composta por três produtos: lâmina de barbear, com participação de 50%; escova dental, com participação de 20%; fio dental, com participação de 30%. O PMP será elaborado para o produto lâmina de barbear.

Outras informações relevantes são:

- Lote econômico = 250 unidades.
- Estoque de segurança = 1.000 unidades.
- Recebimento programado = 5.050 unidades.
- Estoque inicial = 1.000 unidades.

Pronto! Com essas informações já podemos elaborar nosso PMP.

Resolução da situação-problema

O primeiro passo será desmembrar a previsão de demanda agregada com os percentuais apresentados para cada produto, como apresenta a tabela a seguir:

Período	13	14	15	16	17	18
Demanda prevista	10.100	10.500	10.200	10.100	10.300	10.400
Lâmina de barbear (50%)	5.050	5.250	5.100	5.050	5.150	5.200
Escova dental (20%)	2.020	2.100	2.040	2.020	2.060	2.080
Fio dental (30%)	3.030	3.150	3.060	3.030	3.090	3.120

Veja que no topo estão os volumes agregados de demanda. Calculando a semana 13 como exemplo, que valerá para as demais semanas, temos: demanda agregada = 10.100 unidades; lâmina de barbear equivale a 50% dessa demanda, então, $10.100 * 50\% = 5.050$; escova dental equivale a 20%, então, $10.100 * 20\% = 2.020$; fio dental equivale a 30%, então, $10.100 * 30\% = 3.030$.

Agora prepararemos uma tabela com as demandas do produto lâmina de barbear, similar à Tabela 2.14 apresentada em “Não pode faltar”, contendo as informações da empresa EmbalaTudo:

Lotes múltiplos de 250 peças	Estoque Inicial	1000		Estoque de Segurança	1000	
PMP Lâmina de barbear						
Período (em semanas)	13	14	15	16	17	18
Demanda Prevista	5.050	5.250	5.100	5.050	5.150	5.200
Recebimento Programado	5050	0	0	0	0	0
Estoque Projetado antes PMP (em peças)	1.000	-4.250	-9.350	-14.400	-19.550	-24.750
Necessidade Líquida	0	5.250	5.100	5.050	5.150	5.200
PMP		5250	5250	5000	5250	5000
Estoque Projetado depois PMP (em peças)	1.000	1.000	1.150	1.100	1.200	1.000

Nota: A semana 13 (marcada em cinza) está no período congelado, ou firme, ou seja, não pode mais ser alterado.

1 Estoque Projetado = Recebimento Programado + Estoque Inicial – Demanda Prevista.

Obs.: os Estoques Projetados antes e depois do PMP se repetem na semana 13 porque trata-se do período congelado, ou firme, e não será alterado.

2 Estoque Projetado = Recebimento Programado + Estoque Projetado da semana anterior – Demanda Prevista ($0 + 1.000 - 5.250$) = - 4.250 unidades.

3 Necessidade Líquida = (Estoque Projetado antes PMP – Estoque de Segurança)*(-1) - (-4.250 - 1.000)*(-1) = 5.250 unidades.

4 PMP = Necessidade Líquida, com a consideração dos lotes múltiplos de produção (250 unidades) = 5.250 unidades.

5 Estoque Projetado depois do PMP = PMP + Estoque Projetado depois do PMP (período anterior) – Demanda Prevista. Exemplo: semana 14 ($5.250 + 1.000 - 5.250$) = 1.000 unidades.

Siga o mesmo raciocínio para as demais semanas.

O PMP de todos os produtos e todas as famílias deve ser apresentado aos responsáveis pelas diversas áreas/atividades da empresa, com o

objetivo de ser validado. Se houver algum problema ou restrição, o responsável deve “levantar a mão” e informar. Assim, ações podem ser tomadas a tempo ou até mesmo ser elaborada uma nova versão de um PMP. Lembre-se de que o Plano Mestre de Produção (PMP) é a entrega final do Planejamento Mestre de Produção e deve nortear a produção e a utilização dos recursos.



Atenção

A principal entrega do Planejamento Mestre de Produção é um documento denominado de PMP, que é o resultado de um processo que visa formalizar as decisões tomadas quanto à necessidade de produtos acabados a cada período analisado. Nesse processo, verifica-se a disponibilidade de recursos para a execução de um PMP inicial. Se o plano é viável, este é autorizado e disponibilizado para as demais áreas da empresa, porém, se forem encontrados problemas, deve-se refazer o plano inicial até se encontrar um plano que seja factível.



Exemplificando

Agora, que tal praticarmos um pouco mais nosso conhecimento sobre Planejamento Mestre de Produção? Os problemas da empresa se assemelham aos discutidos nesta seção e servem para reforçarmos a aplicação dos conceitos aprendidos. Vamos lá?

A Metalúrgica Moreira produz parafusos e arruelas há mais de 40 anos. A empresa está em sua terceira geração e o atual presidente é o neto do fundador da empresa. Administrador de formação, ele “profissionalizou” a empresa, desenvolvendo, juntamente com seus gestores e consultorias externas, valores, missão, organogramas, fluxogramas e gestão integrada da qualidade. A empresa se orgulha de ser certificada em ISO 9.000 e ISO 14.000.

Os gestores querem preparar um PMP para as famílias de produtos “arruelas de pressão” e, para isso, forneceram as seguintes informações:

Previsão de demanda agregada:

Período (semanas)	13	14	15	16	17	18
Demanda prevista	50.000	51.000	49.000	52.000	50.500	51.500

Essa família é composta por três produtos: 2/4, com participação de 50%; 3/4, com participação de 20%; 1/2, com participação de 30%. O PMP será elaborado para o produto 2/4.

- Lote econômico = 5.000 unidades.
- Estoque de segurança = 20.000 unidades.
- Recebimento programado = 25.000 unidades.
- Estoque inicial = 20.000 unidades.

Faça valer a pena

1. Com qual horizonte de planejamento trabalha o planejamento mestre de produção?

- a) Longo.
- b) Curto.
- c) Médio.
- d) Longo e médio.
- e) Trabalha com todos os períodos.

2. Quando um recurso está com sua capacidade igual ou menor do que a demanda, podemos chamar esse recurso de:

- a) Físico.
- b) Mão de obra.
- c) Ocioso.
- d) Gargalo.
- e) Financeiro.

3. Qual a primeira atividade do planejamento mestre de produção?

- a) Analisar os recursos.
- b) Programar a operação.
- c) Reunir-se com os colegas de outras áreas.
- d) Alterar a programação semanal.
- e) Desmembrar o planejamento agregado em programação individual de produtos acabados.

Seção 2.3

Planejamento das necessidades de materiais - MRP

Diálogo aberto

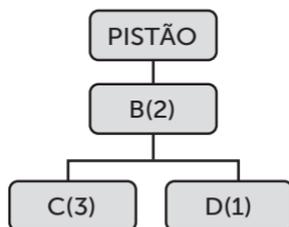
Olá, aluno!

Vamos dar continuidade à nossa caminhada que levará você a adquirir a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologia para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade, e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a realizar o planejamento da produção.

Para você praticar os conceitos e técnicas apresentados, nós continuaremos trabalhando com a empresa After Market. A empresa tem em seu portfólio 20 produtos denominados de "pistão", que são produzidos com 4 diferentes tipos de perfuração e 3 diferentes tipos de solda. O resultado é que há $(20 \times 4 \times 3) = 240$ SKUs (demanda independente), sem falar em toda demanda dependente que surge desses 240 SKUs.

Este produto (pistão) é produzido pela própria empresa, After Market, sendo composto de 2 componentes B, 3 componentes C e 1 componente D, conforme a estrutura analítica do produto pistão, apresentada na Figura 2.8.

Figura 2.8 | Estrutura analítica do produto pistão



Fonte: elaborada pelo autor.

A demanda do pistão é de 6.000 unidades a serem entregues da seguinte maneira: 3.000 na semana 40, 1.500 unidades na semana 41 e 1.500 unidades na semana 43. Outras informações importantes na produção do pistão são apresentadas na Tabela 2.15.

Tabela 2.15 | Informações da empresa After Market

Informações MRP	ITENS			
	PISTÃO	B	C	D
ES (Estoque de segurança)	1.000	2.000	5.000	1.500
LM (Lotes econômicos - múltiplos)	1	250	500	1
TA (Tempo de atendimento) - <i>lead time</i>	1 semana	1 semana	30 min.	2 semanas
ESTOQUE EMMÃOS	1.500	2.500	6.000	1.250
Produção interna (PI) ou comprado (C)	PI	PI	PI	C

Há um recebimento previsto de 1.000 unidades do item D na semana 35.

Fonte: elaborada pelo autor.

São tantos dados que o Sr. Guido se sentiu confuso e não sabe a quantidade de materiais que deverá comprar ou produzir para atender a demanda. Desta forma, sua missão é elaborar um planejamento de materiais para o produto pistão.

Então, vamos identificar as necessidades e planejar as ordens de produção e compras.

Bons estudos!

Não pode faltar

Na Seção 2.2 nós conhecemos sobre o Planejamento Mestre de Produção, que, após algumas ou muitas interações entre as diversas áreas da empresa sobre viabilidade de execução, gerou o Plano Mestre de Produção (PMP). O resultado do PMP é a necessidade de produção e/ou compra de produtos acabados, que é uma demanda independente, ou seja, aquela demanda decorrente das necessidades do mercado.

Nesta seção, desmembraremos esta demanda independente e estudaremos a técnica de *Material Requirement Planning* (MRP), que calcula as necessidades da demanda dependente em função da demanda independente.

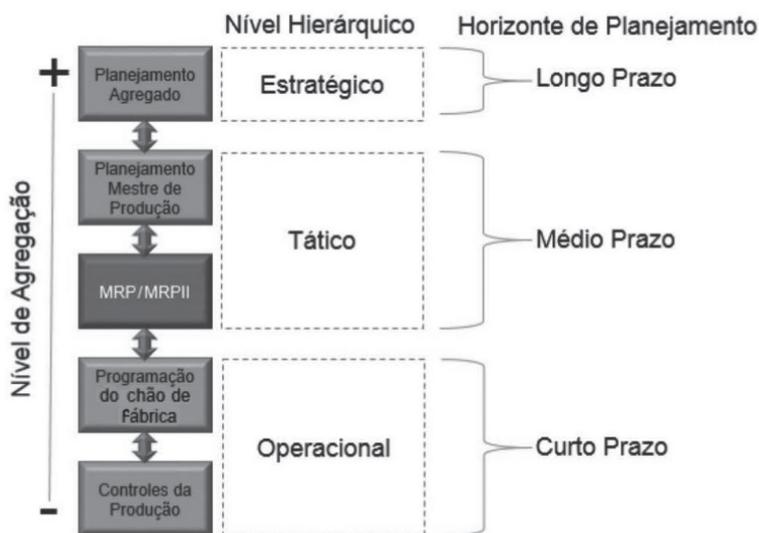


Exemplificando

Em uma produção de refrigerantes, o produto acabado (refrigerante) possui uma demanda independente, ou seja, a oferta do produto está relacionada apenas ao mercado. Já seus componentes, tais como ingredientes, embalagens, entre outros são dependentes, ou seja, dependem da demanda do produto final para saber as quantidades de ingredientes, embalagens e outros itens necessários.

A Figura 2.9 é a mesma que foi apresentada na seção anterior, com a diferença de que nesta seção destacamos os sistemas MRPs. Nesta seção, aprenderemos mais sobre o *Material Requirement Planning* (MRP, ou MRP I), que pode ser traduzido como planejamento das necessidades de materiais e, a seguir, veremos sobre o *Manufacturing Resources Planning* (MRP II), que é uma evolução do MRP, que é o planejamento das necessidade da manufatura. As empresas podem adotar outro software, dependendo de suas necessidades, apesar de que os sistemas atuais já contemplam o MRP, MRPII e até mesmo o *Enterprise Resource Planning* (ERP), que integra as diversas áreas da empresa.

Figura 2.9 | Sequência de planejamento, programação e controle de produção



Fonte: elaborada pelo autor.

O MRP calcula as demandas independentes e as demandas dependentes, aquelas decorrentes das demandas independentes. Nesse cálculo, ele também considera parâmetros, como estoque de segurança, estoque em mãos e lead times de entrega. Como as empresas costumam ter muitos produtos acabados e muitas variações desses produtos acabados, torna-se praticamente impossível calcular todas essas variáveis sem a ajuda do computador.

O MRP surgiu da necessidade de se planejar o atendimento da demanda dependente, considerando informações oriundas da área de suprimentos (compras, recebimento e estoque).

É um sistema lógico de cálculo que converte a previsão de demanda em programação da necessidade de seus componentes. A partir do conhecimento de todos os componentes de um determinado produto e o tempo de obtenção de cada um deles, podemos calcular o quanto e quando se deve obter de cada item, de forma que não haja falta e nem sobra no estoque. O MRP surge como um sistema de apoio às decisões, respondendo a algumas perguntas básicas:

→ O quê?

→ Quanto?

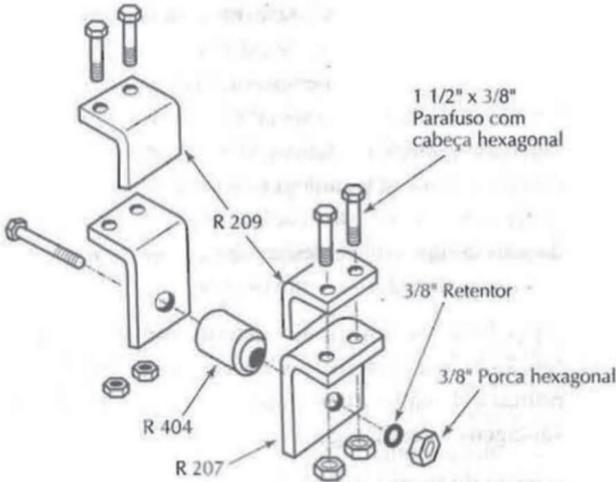
→ Quando?

Nos países desenvolvidos, até meados dos anos 1960 (no Brasil até os anos 1980), o MRP era "rodado", ou seja, as necessidades de materiais eram calculadas à noite, em mainframes (computadores de grande porte), e entregues em listagens "zebradas" aos profissionais de PPCP, pela manhã. A massa de dados e as dificuldades de se trabalhar com toda a papelada gerada eram tão grandes que muitas das informações ficavam desatualizadas antes mesmo de serem analisadas. A grande melhoria na performance de processamento dos computadores e a utilização dos computadores pessoais tornaram a utilização do MRP mais prática e popular.

A lógica do MRP não é complicada, mas, como dito anteriormente, sua operacionalização sem ajuda do computador, sim. A partir da explosão do desenho técnico, como ilustrado na

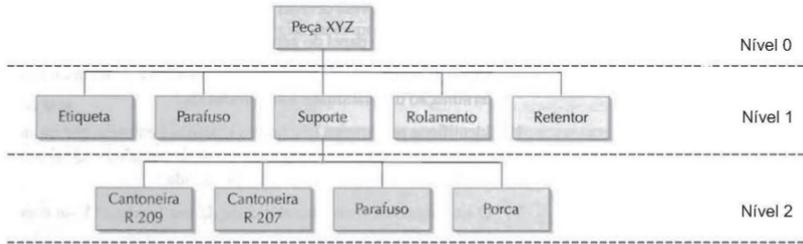
Figura 2.10, é possível se obter uma estrutura analítica, com os níveis hierárquicos dos materiais (como o produto é composto) demonstrados na Figura 2.11.

Figura 2.10 | Item explodido



Fonte: Martins e Laugeni (2005).

Figura 2.11 | Estrutura analítica do produto



Fonte: Martins e Laugeni (2005).

Esta forma gráfica é transformada em lista de materiais (BOM = *Bill Of Materials*), sendo demonstrada na Figura 2.12.

Figura 2.12 | Lista de materiais ou BOM

LISTA DE MATERIAL					
NOME	CÓDIGO	NÍVEL	QUANTIDADE	FORNECEDORES	
				INTERNOS	EXTERNOS
Peça XYZ		0	1	X	
Suporte	SA	1	2		X
• Cantoneira	R 209	2	2		X
• Cantoneira	R 207	2	2		X
Parafuso com porca	PR 3	1	1		X
Rolamento	R 204	1	2		X
Retentor	R 796	1	1	X	
Etiqueta	E 604	1	1	X	

Fonte: Martins e Laugeni (2005).

O item produto acabado, também é chamado de item PAI e, conseqüentemente, aqueles componentes que estão abaixo em sua hierarquia são os componentes filhos. O item PAI sempre será o nível 0 (zero) e, conforme demonstrado na Figura 2.11, é necessário desmembrar o produto em níveis, relacionando conforme seqüência de montagem. A lista de material deve conter os níveis, o nome do item, mas, também, os seus respectivos códigos, evitando trocas de produtos, assim como a unidade de medida e quantidade relativa a uma unidade do item PAI.

Considerando a tecnologia da informação como fator essencial no processo do MRP (devido à complexidade, quantidade de produtos e componentes), sendo que são muitas as informações a serem administradas, a maioria dos sistemas possibilita uma visão integrada da estrutura do produto e prazos. A seguir, veja um exemplo simplificado contendo as principais informações.

Tabela 2.16 | Exemplo de lista de materiais e prazos

ESTRUTURA DO PRODUTO				
Nível	Item	Código	Unidade	Quantidade
ESTRUTURA DE PRAZO (COMPRAS)				
Fornecedor	Lote	Lead Time	Estoque	

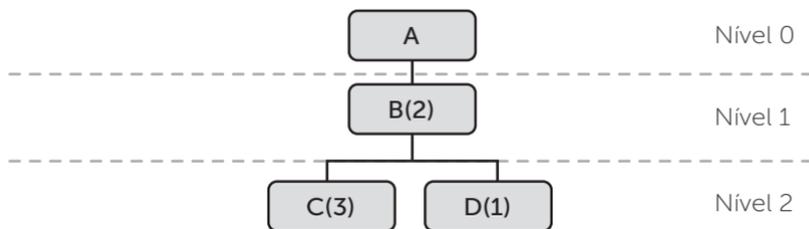


O *Material Requirement Planning* (MRP, ou MRP I) pode ser traduzido como planejamento das necessidades de materiais.

Os cálculos são semelhantes aos utilizados no PMP, vistos na seção anterior, com alguns novos parâmetros. Vamos aprender?

A empresa de produtos infantis “Diversão e Educação” recebeu uma demanda de 7.000 unidades de seu peão mágico, que brilha em diversas cores enquanto está rodando. Essa demanda está dividida nas semanas: 34 (3.000 unidades); 35 (2.000 unidades); e 37 (2.000 unidades). A Figura 2.13 mostra que para se montar o peão (item A) são necessários 2 subconjuntos B. Para se produzir o subconjunto B são necessários 2 componentes C e 1 componente D.

Figura 2.13 | Estrutura analítica



Fonte: elaborada pelo autor.

Nossa missão será de, utilizando a lógica do MRP, calcular as necessidades para cada um dos subconjuntos e componentes. Algumas informações são importantes para cumprirmos essa missão:

Tabela 2.17 | Informações da empresa Diversão e Educação

Informações MRP	ITENS			
	A	B	C	D
ES (Estoque de segurança)	400	500	250	1.250
LM (Lotes econômicos - múltiplos)	1	250	250	1
TA (Tempo de atendimento) - <i>lead time</i>	1 semana	1 semana	30 min.	2 semanas
ESTOQUE EM MÃOS	1500	250	1500	1250
Produção interna (PI) ou comprada (C)	PI	PI	PI	C

Fonte: elaborada pelo autor.

O estoque em mãos é a quantidade do item no estoque no momento do planejamento. Vamos começar nosso trabalho pelo item A? A Tabela 2.17 contém as informações e cálculos.

Tabela 2.18 | Item A – “peão mágico” – demanda independente

ITEM A	ES		400		LOTE		1		TA		1 semana		ESTOQUE EM MÃOS				1500	
	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S34	S35	S36	S37	S38	S39		
NP - Nec. produção projetada							3.000	2.000	0	2.000								
RP - Recebimentos Previstos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
DM - Disponível à mão	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	400	400	400	400							
NL - Nec. Líquida Produção								1.900	2.000	0	2.000							
PL - Produção (lotes)								1.900	2.000	0	2.000							
Liberação da ordem							1.900	2.000	0	2.000								

Fonte: elaborada pelo autor.

Agora vamos detalhar a tabela:

- Necessidade de produção projetada (NP): as necessidades de produção ou compra que podem ser geradas pelos pedidos dos clientes (carteira) ou pelo PMP.

- Recebimentos previstos (RP): as quantidades que foram programadas em períodos anteriores serão entregues e devem ser consideradas nos cálculos.

- Necessidade líquida de produção (NL) = $DM - (NP + ES) * (-1)$.
Exemplo: S34: $NL = 1.500 - (3.000 + 400) = -1.900$; $-1.900 * (-1) = 1.900$ – é importante ressaltar que apenas haverá necessidade de produção quando NL for menor do que 0 ($NL < 0$).

- Produção em lotes: segue o mesmo raciocínio que aprendemos na Seção 2.2 (lotes múltiplos); o item A não é produzido em lotes múltiplos.

- A liberação da ordem deve contemplar o Tempo de Atendimento (TA); o tempo de atendimento do item A é de 1 semana, então a liberação da ordem e início da produção deve ocorrer na semana anterior à data de entrega.

Agora vamos usar a mesma lógica para o subconjunto B?

Tabela 2.19 | MRP Item B

ITEM B	ES		500		LOTE		250		TA		1 semana		ESTOQUE EM MÃOS				250	
	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S34	S35	S36	S37	S38	S39		
NP - Nec. produção projetada							3800	4.000	0	4000	0							
RP - Recebimentos Previstos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
DM - Disponível à mão	250	250	250	250	250	250	700	700	700	700	700							
NL - Nec. Líquida Produção							4050	3.800	0	3800	0							
PL - Produção (lotes)							4250	4.000	0	4000	0							
Liberação da ordem							4250	4.000	0	4.000	0							

Fonte: elaborada pelo autor.

A lógica empregada é a mesma. Precisamos ficar atentos a alguns detalhes:

- Na estrutura analítica, é possível verificar que se usam 2 (dois) subconjuntos B para se montar o produto acabado A. Então, o início da programação do item B deve ser a quantidade gerada no MRP do item A * 2.
- A programação do item B deve ter início na data (semana) de liberação da ordem no item A.
- O item B também tem lead time de uma semana. Então, a liberação da ordem deve ser uma semana antes da necessidade do material.

Faremos o mesmo para o componente C.

Tabela 2.20 | MRP do componente C

ITEM C	ES		500		LOTE		250		TA		30 min.		ESTOQUE EM MÃOS 1.500			
	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37						
NP - Nec. produção projetada					8.500	8.000	0	8.000	0	0	0					
RP - Recebimentos Previstos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
DM - Disponível à mão	1.500				500	500	500	500	500	500						
NL - Nec. Líquida Produção					7.500	8.000	0	8.000	0	0						
PL - Produção (lotes)					7.500	8.000	0	8.000	0	0						
Liberação da ordem					7.500	8.000	0	8.000	0	0						

Fonte: elaborada pelo autor.

Acreditamos que a essa altura você já está familiarizado com os métodos e cálculos. Preenchendo a tabela com as informações passadas no problema conseguimos resolver as questões de quanto e quando produzir. Essas informações são os parâmetros que são inseridos no sistema MRP no momento de sua implantação e que devem ser atualizados a cada alteração da engenharia de produtos ou do pessoal de processos (engenharia, produção, logística).

Veja que no item C também foram considerados dois componentes para montar o subconjunto B, como vimos na estrutura analítica. O item C tem lead time curto (30 minutos) em relação aos demais itens analisados. Então, a liberação da ordem pode ocorrer na mesma semana de entrega, basta o profissional no PPCP sequenciar da melhor maneira a entrada do item na máquina.

Tabela 2.21 | MRP do componente D

ITEM D	ES		LOTE		1		2 semanas		ESTOQUE EM MÃOS		1.250
	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	
NP - Nec. produção projetada					4250	4000	0	4.000	0	0	0
RP - Recebimentos Previstos	0	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DM - Disponível à mão	1.250	1.250	2.250	2.250	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
NL - Nec. Líquida Produção					3500	4000	0	4.000	0	0	0
PL - Produção (lotes)					3500	4000	0	4.000	0	0	0
Liberação da ordem			3500	4000	0	4.000	0	0	0	0	0

Fonte: elaborada pelo autor.

A lógica de cálculo para o item D é a mesma utilizada para os demais itens, a diferença é que, de acordo com as informações da Tabela 2.16, esse item é comprado. Sendo assim, a liberação será de uma ordem ou solicitação de compra e não de produção. Como o TA é de 2 semanas, a liberação dessa ordem deve ocorrer 2 semanas antes.

O resultado da rodada do MRP será uma lista de materiais semelhante à Figura 2.12.

Tabela 2.22 | Lista de materiais da empresa Diversão e Educação

Data MRP: 05/05/2016			10hs.59	
Código do item	Necessidade	Data entrega	Data Liberação da Ordem	
A	1.900	S34	S33	
A	2.000	S35	S34	
A	2.000	S37	S36	
B	4.250	S33	S32	
B	4.000	S34	S33	
B	4.000	S36	S35	
C	7.500	S32	S32	
C	8.000	S33	S33	
C	8.000	S35	S35	
D	3.500	S32	S30	
D	4.000	S33	S31	
D	4.000	S35	S33	

Usuário: Login ACOSTA

Fonte: elaborada pelo autor.

É importante ressaltar que a lista de materiais gerada pelo sistema sempre deverá ser analisada pelo analista, planejador e/ou comprador, porque pode haver consolidações que levam as empresas a ganharem dinheiro. Por exemplo, apesar do sistema sugerir datas de entrega diferentes para o item D, o comprador consegue um bom desconto com o fornecedor para que as três

entregas sejam realizadas na semana 33. O fornecedor tem uma redução com custo de frete e repassa parte dessa redução para o cliente, se houver espaço para armazenar o material.



Refleta

Atualmente, esses cálculos são feitos por meio de sistemas informatizados. Já imaginou como eram realizados anteriormente, sem o advento do computador?

Antes de avançarmos no estudo, vamos apresentar a você o termo *Stock Keeping Unit* (SKU), que significa em português “Unidade de Manutenção de Estoque”. Os profissionais de PPCP e Logística utilizam muito esse termo, que serve para designar diferentes itens em um estoque e seus códigos. A identificação de cada SKU auxilia no gerenciamento do estoque com mais precisão e agilidade.



Exemplificando

Tubino (2006) apresenta o exemplo de um automóvel (simplificado) que é montado a partir de três combinações de componentes. Um conjunto de opcionais que pode ser de quatro tipos diferentes, uma cor que pode ser escolhida entre seis ofertadas e um motor com quatro opções de escolha.

Cada uma dessas opções refere-se a um produto acabado identificado (SKU) e as combinações possíveis são (4x6x4), ou seja, 96 SKUs.



Refleta

Raramente um automóvel terá apenas 4 opções de cores e as montadoras ainda trabalham com muitos outros modelos. Você acredita que seria possível planejar uma fábrica desse tipo sem o auxílio de um software?

Algumas vantagens podem ser destacadas quanto à utilização de um software MRP nas empresas:

- Mais agilidade na tomada de decisões, sejam decisões estratégicas, táticas ou operacionais.
- Maior controle gerencial dos estoques e custos.

- Otimização dos recursos (máquinas, capital, pessoas e espaço físico).

Porém, há desvantagens também:

- Alto custo de implantação, principalmente com consultorias externas.

- A implantação e a utilização do sistema deve ter um “patrocinador” da alta gerência, caso contrário corre o risco de o sistema ser subaproveitado.

- As alterações nos parâmetros (TA, ES, LM) devem ser atualizadas no momento em que acontecem. A não atualização pode gerar produção e/ou compras desnecessárias, chegando-se ao ponto de ter que jogar material fora por obsolescência.

- A empresa deve manter seus estoques acurados, porque se a informações sobre o estoque em mãos estiverem incorretas (inacuradas) poderá faltar ou sobrar materiais.



Vocabulário

Acuracidade: é a precisão e exatidão de dados e informações, quando há ausência de erros ou equívocos.



Pesquise mais

Há um vasto material acadêmico sobre MRPs. No link a seguir, você pode acessar um material com a evolução dos sistemas e algumas de suas utilizações:

Laurindo, F. J. B.; Mesquita, M. A. de. Material Requirements Planning: 25 anos de história – Uma revisão do passado e prospecção do futuro.

Gestão da Produção, São Carlos, v. 7, n. 3, dez. 2000.. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2000000300009>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

Apesar dos sistemas MRP executarem todos os cálculos de necessidades de materiais, é importante que o profissional de PPCP conheça a lógica por de trás dos resultados apresentados. Algumas vezes esse profissional deverá conferir se os parâmetros

estão corretos, outras vezes terá que acompanhar ou gerenciar uma implantação e outras vezes, também, terá que explicar a colegas e chefes seu funcionamento.

Por isso vamos praticar a seguir.

Sem medo de errar

Nesse ponto voltamos aos problemas enfrentados pela empresa AfterMarket. Nós devemos calcular a necessidade de materiais a partir da demanda do produto Pistão, informada no “Diálogo Aberto” e que recordamos agora: 6.000 unidades a serem entregues da seguinte maneira: 3.000 na semana 40, 1.500 unidades na semana 41 e 1.500 unidades na semana 43.

Sua tarefa será apresentar a lógica de rodada de um MRP, gerando e apresentando ao Sr. Guido as tabelas com os cálculos de cada um dos materiais apresentados na estrutura analítica e a lista de necessidade desses materiais, percorrendo os passos a seguir:

- Calcular a necessidade do produto pistão.
- Calcular a necessidade do componente do produto pistão (componentes B, C e D).
- Criar uma lista de necessidade de materiais.

Para facilitar sua tarefa, apresentaremos em “Avançando na prática” um problema muito semelhante ao enfrentado pela empresa After Market. É sobre a empresa Conecta, de componentes eletrônicos, que, além de te ajudar na solução desse problema, mostra que a lógica do MRP pode servir para diferentes tipos de empresas, produtos e serviços.



Atenção

Antes de começar o trabalho, é importante que você analise a estrutura analítica do produto pistão (Figura 2.8) e as demais informações apresentadas na Tabela 2.15 do “Diálogo aberto”.

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu, transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e depois compare-as com as de seus colegas.

Conecta Indústria de Componentes Eletrônicos Ltda.

Descrição da situação problema

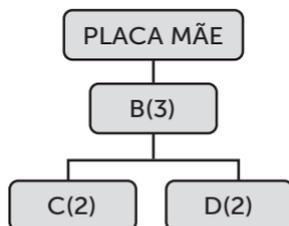
A empresa Conecta fornece componentes eletrônicos para empresas que montam computadores. Acontece que o planejador de produção responsável por todo o planejamento das operações se afastou por motivo de saúde e a empresa virou um caos. Seu planejamento era feito em planilhas eletrônicas de difícil compreensão e com muitas senhas, tornando o trabalho de planejamento impossível.

O Sr. Humberto, fundador da empresa, decidiu implantar um sistema de MRP e convidou você para fazer uma apresentação sobre a lógica de um MRP. Para a situação se tornar mais "real", ele pediu que em sua apresentação estivessem as demandas de um de seus produtos, a placa mãe, considerada por ele o componente "cérebro" em computadores e dispositivos eletrônicos.

A demanda da placa mãe para aquele momento era de 1.500 unidades, a serem entregues da seguinte maneira: 700 unidades na semana 38, 500 unidades na semana 39 e 300 unidades na semana 41.

O Sr. Humberto também te forneceu outras informações, que serão importantes para a resolução do problema, como segue:

Figura 2.14 | Estrutura analítica: placa mãe



Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 2.23 | Informações empresa para placa mãe

Informações MRP	ITENS			
	A	B	C	D
ES (Estoque de segurança)	100	1.000	2.500	1.500
LM (Lotes econômicos - múltiplos)	1	250	500	1
TA (Tempo de atendimento) - lead time	1 semana	1 semana	30 min.	2 semanas
ESTOQUE EM MÃOS	200	250	2.000	1.250
Produção interna (PI) ou comprado (C)	PI	PI	PI	C

Fonte: elaborada pelo autor.

Você entregará ao dono da empresa as tabelas com os cálculos e, também, a lista de materiais geradas desses cálculos.

Você está pronto? Podemos iniciar o trabalho?

Passo 1: calcular as necessidades do item A – demanda independente.

ITEM (PLACA MÁE)	ES 100		LOTE 1			TA 1 semana		ESTOQUE EM MÃOS 200		
	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41
NP - Nec. produção projetada							700	500	0	300
RP - Recebimentos Previstos		0	0	0	0	0	0	0	0	0
DM - Disponível à mão	200	200	200	200	200	200	100	100	100	100
NL - Nec. Líquida Produção							100	500	0	300
PL - Produção (lotes)							600	500	0	300
Liberação da ordem							600	500	0	300

- 1 $NL = 200 - (700 + 100) = -600 * (-1) = 600$ (Exemplo da semana 38).
- 2 $PL = 600 / 1$ (Lote) = 600 (Exemplo da semana 38).
- 3 Liberação da ordem: obedece o TA de 1 semana, então a liberação acontece 1 semana antes da entrega.

Passo 2: calcular as necessidades do item B – demanda dependente.

ITEM B	ES 1.000		LOTE 250			TA 1 semana		ESTOQUE EM MÃOS 250		
	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41
NP - Nec. produção projetada						1800	1.500	0	900	0
RP - Recebimentos Previstos		0	0	0	0	0	0	0	0	0
DM - Disponível à mão	250	250	250	250	250	1.200	1.200	1.200	1.050	1.050
NL - Nec. Líquida Produção						2550	1.300	0	700	0
PL - Produção (lotes)						2750	1.500	0	750	0
Liberação da ordem						2.750	1.500	0	750	0

A lógica é a mesma utilizada para calcular o item A, com algumas diferenças:

1. A necessidade projetada deve ocorrer na semana de liberação da ordem do item A, por exemplo. Na semana 37, deve-se liberar uma ordem do item A, gerando a necessidade do item B.
2. De acordo com a estrutura analítica apresentada, para se montar o item A são necessários 3 componentes B. Então, para se produzir 600 peças do item A, na semana 37 deverá ser gerada uma necessidade de 1.800 peças do item B.

Note que o TA do item B é de 1 semana, então, a ordem deve ser liberada 1 semana antes da entrega.

Passo 3: calcular a necessidade do item C.

ITEM C	ES 2.500		LOTE 500			TA 30 min.	ESTOQUE EM MÃOS 2.000			
	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41
NP - Nec. produção projetada					5.500	3.000	0	1.500	0	0
RP - Recebimentos Previstos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DM - Disponível à mão	2.000	2.000	2.000	2.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
NL - Nec. Líquida Produção					6.000	3.000	0	1.500	0	0
PL - Produção (lotes)					6.000	3.000	0	1.500	0	0
Liberação da ordem					6.000	3.000	0	1.500	0	0

Você deve seguir a mesma lógica, com o cuidado de gerar a NP de 2 componentes C para a montagem do componente B, conforme a estrutura analítica. Portanto, se na semana 36 são necessárias 2.750 unidades do componente B, deve-se gerar a NP de 5.500 unidades do componente C.

Note como o TA do componente C é curto (30 minutos). A ordem deve ser liberada na mesma semana da liberação do item B.

Passo 4: calcular a necessidade do item D.

ITEM D	ES 1.500		LOTE 1			TA 2 semanas	ESTOQUE EM MÃOS 1.250			
	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41
NP - Nec. produção projetada					5.500	3.000	0	1.500	0	0
RP - Recebimentos Previstos	0	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0
DM - Disponível à mão	1.250	1.250	2.250	2.250	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
NL - Nec. Líquida Produção					4.750	3.000	0	1.500	0	0
PL - Produção (lotes)					4.750	3.000	0	1.500	0	0
Liberação da ordem			4.750	3.000	0	1.500	0	0	0	0

O procedimento para o cálculo permanece o mesmo, com a diferença de que o item D é comprado e não produzido, e na semana 33 serão recebidas 1.000 unidades encomendadas anteriormente, que devem ser consideradas no estoque em mãos.

Passo 5: apresentar a lista de materiais gerada a partir dos cálculos a seguir:

Data MRP: 15/05/2016

9hs.00

Código do item	Necessidade	Data entrega	Data Liberação da Ordem
A	600	S38	S37
A	500	S39	S38
A	300	S41	S40
B	2.750	S37	S36
B	1.500	S38	S37
B	750	S40	S39
C	6.000	S36	S36
C	3.000	S37	S37
C	1.500	S39	S39
D	4.750	S36	S34
D	3.000	S37	S35
D	1.500	S39	S37

Usuário: Login H.ZANNETI



Atenção

Antes de começar o trabalho, é importante que você analise a estrutura analítica do produto placa mãe (Figura 2.15) e as demais informações apresentadas na Tabela 2.21.



Faça você mesmo

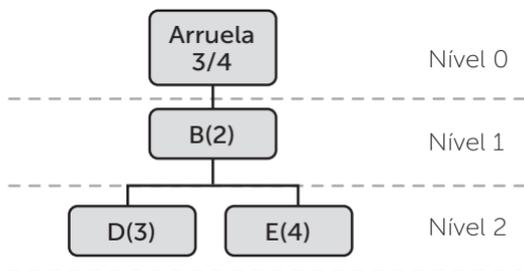
A única maneira de você dominar o tema apresentado em cada seção é dedicando tempo estudando e praticando o conhecimento adquirido por meio de exercícios, simulações ou, até mesmo, aplicando em sua vida profissional. Por isso, aqui vai a sugestão de mais um problema que pode ser resolvido com a utilização de um sistema MRP. Pratique e troque ideias com seus colegas e professor.

A Metalúrgica Moreira produz parafusos e arruelas há mais de 40 anos. A empresa está em sua terceira geração e o atual presidente é o neto do fundador da empresa. Administrador de formação, ele "profissionalizou" a companhia, desenvolvendo, juntamente com seus gestores e consultorias externas, valores, missão, visão, organogramas, fluxogramas e gestão integrada da qualidade. A empresa se orgulha de ser certificada em ISO 9.000 e ISO 14.000.

Os gestores receberam uma demanda para o produto "Arruela de pressão $\frac{3}{4}$ " e desejam simular os cálculos de um sistema MRP e analisarem o resultado desses cálculos em uma lista de necessidade de materiais

A demanda é a seguinte: 12.000 unidades, que devem ser entregues da seguinte maneira: 4.000 unidades na semana 38, 3.000 unidades na semana 40 e 5.000 unidades na semana 41.

Para completar o trabalho, seguem outras informações cedidas pelos gestores:



Informações MRP	ITENS			
	Arruela	B	C	D
ES (Estoque de segurança)	5.000	8.000	8.000	7.500
LM (Lotes econômicos - múltiplos)	1	1.200	580	1
TA (Tempo de atendimento) - <i>lead time</i>	1 semana	1 semana	30 min.	2 semanas
ESTOQUE EM MÃOS	4.500	6.000	9.000	6.000
Produção interna (PI) ou comprado (C)	PI	PI	PI	C

Faça valer a pena

1. O MRP calcula as demandas independentes e as demandas dependentes, aquelas decorrentes das demandas independentes. Nesse cálculo, ele também considera parâmetros, como: estoque de segurança, estoque em mãos e lead times de entrega. Como as empresas costumam ter muitos produtos acabados e muitas variações desses produtos acabados, torna-se praticamente impossível calcular todas essas variáveis sem a ajuda do computador.

A principal entrega do sistema MRP é:

- Plano de operação.
- PMP.
- Lista de necessidade de materiais.
- Planejamento de longo prazo.
- Sequenciamento da fábrica.

2. Profissionais de PPCP e Logística utilizam muito esse termo, que serve para designar diferentes itens em um estoque e seus códigos. Sua identificação auxilia no gerenciamento do estoque com mais precisão e agilidade.

A qual termo ou acrônimo o texto-base se refere?

- a) MRP – *Material Requirement Planning*.
- b) PMP – Plano Mestre de Produção.
- c) MPS – *Master Production Schedule*.
- d) SKU – *Stock Keeping Unit*.
- e) ERP – *Enterprise Resources Planning*.

3. Na estrutura analítica do produto, a demanda independente é a que gera todas as demais necessidades de materiais com demandas dependentes. Em qual nível hierárquico está essa demanda independente?

- a) Nível 0.
- b) Nível 1.
- c) Nível 2.
- d) Nível 3.
- e) Depende da estrutura do produto.

Seção 2.4

Planejamento das necessidades de manufatura – MRP II

Diálogo aberto

Olá, aluno!

Vamos dar continuidade à nossa caminhada que levará você a adquirir a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade, e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a realizar o planejamento da produção.

Para você praticar os conceitos e técnicas apresentados, nós continuaremos trabalhando com a empresa After Market, a qual, na Seção 2.3, você recebeu a demanda do item pistão, apresentou o funcionamento de um sistema MRP e aproveitou o momento para comentar sobre o sistema MRP II, que é uma extensão do primeiro e, além de planejar as necessidades de materiais, pode também planejar as necessidades de manufatura.

Sr. Guido gostou dos resultados apresentados pelo MRP, mas comentou que ficou uma lacuna em seu planejamento, com relação à capacidade produtiva e sua respectiva ocupação, além de não existir sequenciamento nas ordens de produção. Ele apresentou uma nova demanda do produto pistão, conforme a Tabela 2.23, e pediu sua ajuda para incluir novos métodos que atendam as lacunas descritas anteriormente.

Tabela 2.24 | Demanda do produto pistão

	ES		1.000		LOTE		1		TA	1 semana		ESTOQUE EMMÁOS		1.500
ITEM PISTÃO	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45				
NP - Nec. produção projetada							4.000	4.000	0	5.000				
RP - Recebimentos Previstos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
DM - Disponível à mão	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000				
NL - Nec. Líquida Produção							3.500	4.000	0	5.000				
PL - Produção (lotes)							3.500	4.000	0	5.000				
Liberação da ordem							3.500	4.000	0	5.000				

Fonte: elaborada pelo autor.

Algumas outras informações importantes são apresentadas na Tabela 2.24:

Tabela 2.25 | Informações sobre a empresa After Market

PISTÃO	Tempo de produção	Turnos de trabalho	Horas de trabalho	Qtde de recursos	Eficiência (%)
Mão de obra	2 min. homem/unid.	1	8	4	90
Máquina	1 min. Máq./unid.	1	8	2	75

Fonte: elaborada pelo autor.

Além disso, no dia 14 de junho, o Sr. Guido apresentou uma relação das ordens de produção (Tabela 2.25) e ressaltou que nenhuma das operações foram iniciadas.

Tabela 2.26 | Ordens de produção do produto pistão

Data atual: 14/jun

Nº Op	Entrada da ordem	Furar (Duração em dias)	Soldar (Duração em dias)	Data prometida de entrega	Prioridade
28	12/jun	2	1	16/jun	2
32	14/jun	1	1	16/jun	3
43	14/jun	4	3	28/jun	1
45	18/jun	3	2	21/jun	5
53	22/jun	3	1	27/jun	4

Fonte: elaborada pelo autor.

Entregaremos ao Sr. Guido uma tabela com a lógica utilizada pelo MRP II e dois gráficos com a análise de capacidade; um gráfico com informações sobre a mão de obra e outro gráfico com informações sobre as máquinas. E também, uma tabela com as possibilidades de sequenciamento das ordens de produção.

Vamos, agora, realizar a última etapa do planejamento da produção. Para isso, vamos aprofundar na metodologia do MRP II.

Bons estudos!

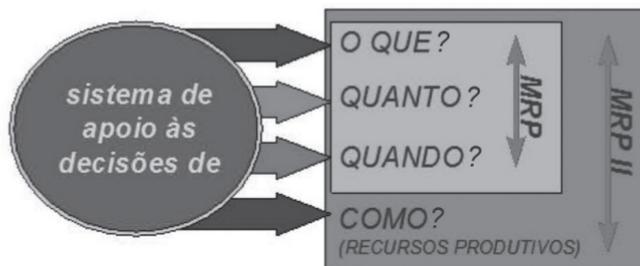
Não pode faltar

Olá, caro aluno!

Como mencionado na Seção 2.3, o MRP II é uma extensão do sistema MRP. Ele trabalha com as mesmas informações e parâmetros do MRP e, também, com informações e parâmetros relativos às operações e recursos utilizados para execução dessas operações.

No decorrer dos tempos a metodologia MRP sofreu algumas evoluções. Pode-se considerar como a primeira evolução o planejamento dos recursos de manufatura, o MRP II (*Manufacturing Resource Planning*), que leva em consideração os recursos como: mão de obra e equipamentos e instalações. Desta forma, o MRP II complementa o MRP I respondendo à pergunta: COMO? Como mostra a Figura 2.15.

Figura 2.15 | Sistema de apoio às decisões MRP II



Fonte: adaptada de Corrêa e Corrêa (2000).

Dois módulos foram acrescentados ao MRP II:

- **CRP (*Capacity Requirements Planning*)**: calcula detalhadamente, período a período, as necessidades de capacidade produtiva, permitindo que se identifique ociosidade ou excesso de capacidade.
- **SFC (*Shop Floor Control*)**: estabelece a sequência das ordens por centro de produção dentro de um período de planejamento.

Mas como que o sistema faz o planejamento das necessidades de capacidade de recursos? Quando nós falamos sobre MRP, vimos que há uma estrutura analítica que gera uma lista de materiais, ou BOM (*Bill of Material*, em inglês), que serve como base para a execução da lógica MRP. No MRP II há uma carta, ou folha de processos, na qual os desenvolvedores do produto ou serviço informam o tempo necessário para se produzir uma peça ou serviço e um roteiro de fabricação, que explica exatamente a sequência a seguir até surgir o produto final. No roteiro de fabricação estão as sequências, as máquinas ou as estações de trabalho e operações que devem ser executadas.



Exemplificando

Um exemplo clássico que se dá sobre BOM e roteiro de fabricação é a preparação de um bolo. Os ingredientes para a produção do bolo é o BOM: 4 ovos, 1 xícara de farinha, 1 xícara de leite... a sequência de preparação e seu tempo são o roteiro de fabricação. Junte os ingredientes e os bata durante 10 min., até se tornar uma massa. Depois, coloque no refratário, leve ao forno durante 40 min...

As informações sobre as sequências das operações, recursos necessários e tempos são inseridas no sistema, que é capaz, então, de calcular as necessidades de capacidade e confrontar com a capacidade disponível. Como isso funciona?



Lembre-se

Conforme descrito na Seção 2.3, dificilmente veremos a metodologia MRP não ser atrelada a sistemas de TI. Mas para que esses sistemas informatizados funcionem de forma coerente e gerem excelentes resultados, serão necessárias diversas informações (parâmetros), conforme veremos a seguir.

Sobre o produto: é realizado um estudo de tempos e métodos, em que os tempos padrões (TP) são cronometrados para cada operação e máquina, e lançados no sistema.

Sobre as máquinas: cada máquina é cadastrada no sistema, com o turno ou turnos em operação e nível de eficiência, que é o quanto ela produz realmente em comparação com a produção possível informada no sistema.



Exemplificando

Está cadastrado no sistema que é possível embalar o peão mágico, visto na Seção 2.3, na seladora M14 em 40 segundos. Sendo assim, o tempo para embalar 2.000 peões seria 80.000 segundos ou 1.333,33 minutos ou 22,22 horas. Os 2.000 peões foram embalados, porém, o tempo real de produção foi de 90.000 segundos ou 1.500 minutos ou 25 horas. A eficiência da máquina foi de 87%.

A falta de eficiência ou ineficiência pode ter diversas causas: a máquina quebrou durante a execução, estava trabalhando mais

lenta do que o esperado, faltou energia, o operador faltou ou atrasou, entre outras. É importante que cada causa seja analisada e se tome ações de melhorias, porém, é sempre importante informar a eficiência real da máquina para que a empresa não faça avaliações errôneas de sua capacidade.

Há máquinas que operam de maneira similar e podem ser agrupadas em um mesmo centro de trabalho, que é um código criado no sistema com todas as máquinas que podem executar uma mesma operação. Assim, mesmo que um produto esteja relacionado a uma máquina, ele pode ser direcionado para outra se houver algum problema de estouro de capacidade ou quebra da máquina originalmente destinada.



Exemplificando

A empresa a seguir decidiu criar o centro de trabalho CDU5003 – Centro de usinagem e relacionar as máquinas TV01, 02, 03 e 04 a esse centro, porque são 4 tornos verticais exatamente iguais.

Centro de trabalho	Descrição	Máquinas relacionadas	Descrição
CDU5003	Centro de usinagem	TV 01	Torno Vertical
		TV 02	Torno Vertical
		TV 03	Torno Vertical
		TV 04	Torno Vertical

Sobre a mão de obra: cada funcionário da empresa está relacionado a um centro de custo (CC), que são códigos criados pela área contábil ou de controladoria para identificar os custos de cada área. O centro de custo segmenta diferentes setores e atividades dentro da empresa, com o objetivo de medir o desempenho das atividades a ele relacionadas e tomar decisões de melhorias quanto aos gastos. Os grupos de profissionais são agrupados por centro de custo, como Auxiliar de Produção - cc. 10203004; Operador de Torno Vertical - cc. 10205003; Inspetor da qualidade – cc. 10205004.

Por que é importante saber disso agora? O sistema MRP II consegue identificar que, por exemplo, há 10 recursos alocados no

cc. 10203004 (auxiliar de produção) e 4 recursos alocados no cc. 10205003 (operador de torno vertical). Com essas informações, ele consegue fazer as contas de capacidade disponível.

Vamos conhecer, agora, a lógica utilizada pelo MRP II para planejar as necessidades de capacidade? O ponto de partida para esse trabalho será o PMP e/ou necessidades de materiais geradas pelo MRP.

A Tabela 2.25 Apresenta as necessidades do SKU - Vedação 1049 da empresa Só Vedação, que será analisada por uma rodada do MRP II.

Tabela 2.26 | Necessidades de produção – SKU – Vedação 1049 – empresa Só Vedação

VEDAÇÃO 1049	ES		5.000		LOTE		1		TA		1 semana		ESTOQUE EM MAOS		4.500	
	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S34	S35	S36	S37	S37	S37
NP - Nec. produção projetada							6.000	9.000	0	8.500						
RP - Recebimentos Previstos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
DM - Disponível à mão	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	5.000	5.000	5.000	5.000						
NL - Nec. Líquida Produção							6.500	9.000	0	8.500						
PL - Produção (lotes)							6.500	9.000	0	8.500						
Liberação da ordem							6.500	9.000	0	8.500						

Fonte: elaborada pelo autor.

O tempo padrão (TA) de produção de cada uma das peças dessa família é de 2 minutos homem/unidade e 1 minuto máquina/unidade (prensa 20 toneladas).

A Tabela 2.27 apresenta as informações sobre turnos de trabalho e eficiência, para planejamento das necessidades de capacidade (CRP).

Tabela 2.27 | Planejamento das necessidades de capacidade

SEMANA	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37
Dias úteis	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Horas normais	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Horas extras										
NECESSIDADE										
Mão de obra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	216,67	300,00	0,00	283,33	0,00
Máquina (Prensa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	108,33	150,00	0,00	141,67	0,00
DISPONIBILIDADE										
Centro de custo										
Mão de obra	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288
Máquina (Prensa)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
RELAÇÃO (NEC. X DISP.)										
Mão de obra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,04	0,00	0,98	0,00
Máquina (Prensa)						0,85	1,17	0,00	1,11	0,00

Fonte: elaborada pelo autor.

Vamos explicar a tabela!

- Trabalha-se 5 dias úteis por semana.
- Período de 8 horas diárias por turno de trabalho.
- Necessidade de mão de obra = liberação da ordem * TA, ex. sem.33; $6.500 * 2 \text{ min.} = 13.000 \text{ min.} / 60 = 216,67 \text{ horas/semana.}$

• Necessidade de máquina = liberação da ordem * TA, ex. sem.33;
 $6.500 * 1\text{min} = 6.500 \text{ min} / 60 = 108,33 \text{ horas} / \text{semana}$. **2**

• Disponibilidade de mão de obra = dias úteis * horas normais * número de turnos * número de funcionários * eficiência = $5 * 8 * 1 * 8 * 0,90 = 288 \text{ horas} / \text{semana}$. **3**

• Disponibilidade máquina = dias úteis * horas normais * turno * número de máquinas * eficiência. = $5 * 8 * 1 * 4 * 0,80 = 128 \text{ horas} / \text{semana}$. **4**

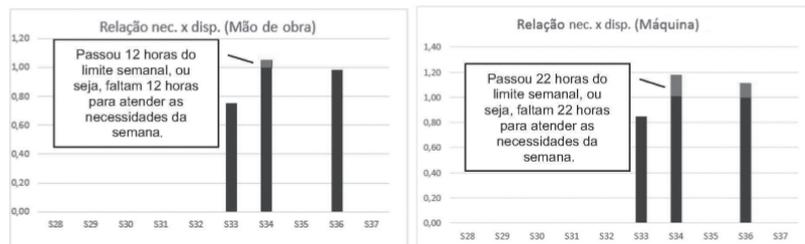
• Relação necessidade x disponibilidade mão de obra = necessidade / disponibilidade. No nosso caso na semana 3 teremos: $216,67 / 288 = 0,75$ ou 75% de ocupação.

• Relação necessidade x disponibilidade máquina = necessidade / disponibilidade. Na semana 33 teremos: $108,33 / 128 = 0,8463$ (0,85) ou 85% de ocupação.

Todas as vezes que a relação necessidade x disponibilidade for menor que 1, significa que há disponibilidade do recurso; quando for maior que 1, há falta de recursos.

Na Figura 2.16 é possível ver que há disponibilidade de recursos nas partes pretas das barras e falta de recursos nas partes em cinza, no jargão dos profissionais de PPCP – estouro de capacidade.

Figura 2.16 | Análise de capacidade de recursos



Fonte: elaborada pelo autor.

Essa é a lógica utilizada pelo MRP II para calcular e apresentar o resultado das relações entre necessidades e disponibilidades de recursos. A seguir, faremos algumas simulações de ações para atender

aos problemas de falta de capacidade, mas é importante ressaltar que o excesso de ociosidade também é um grande problema e necessita ações. Os donos ou investidores investiram capital em recursos e necessitam que esses recursos sejam utilizados ao máximo, para que o retorno do investimento aconteça o mais rápido possível. A primeira grande ação é buscar por novas demandas; desenvolver novos mercados, produtos e/ou serviços, entre outros. Também pode-se fazer campanhas promocionais ou reduzir preços, porém, com cuidado, pois esta última influencia diretamente na rentabilidade do produto ou serviço. Outras ações internas também podem ser tomadas, como redução de turnos de trabalho e demissões.

Como vimos na seção sobre Planejamento Agregado de Produção, há algumas possibilidades de ações para atender às demandas quando falta capacidade de recursos. Pode-se trabalhar com horas extras, aumentar o turno (s) de trabalho, subcontratar, admitir novos funcionários, entre outras coisas. Nesta seção não avaliaremos a melhor opção pelo custo, porque já vimos na Seção 2.1, e porque muitas vezes as decisões sobre as ações que devem ser tomadas foram decididas lá no Planejamento Agregado. Veremos como a inclusão ou exclusão de informações do sistema MRP II trazem novos resultados das relações necessidade x disponibilidade, que devem ser analisadas até que se encontre a melhor opção. Nas tabelas a seguir criaremos duas simulações, como segue:

Tabela 2.28 | Simulação 1: trabalhar com horas extras

SEMANA		S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37
Dias úteis		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Horas normais		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Horas extras								22		14	
NECESSIDADE											
Mão de obra		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	216,67	300,00	0,00	283,33	0,00
Máquina (Prensa)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	108,33	150,00	0,00	141,67	0,00
DISPONIBILIDADE											
Centro de custo	Turno	Efic. (%)	No.								
Mão de obra	1	90	8								
Máquina (Prensa)	1	80	4								
RELAÇÃO (NEC. X DISP.)											
Mão de obra		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,97	0,00	0,94	0,00
Máquina (Prensa)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	1,00	0,00	1,00	0,00

Fonte: elaborada pelo autor.

Veja na linha de horas extras que acrescentamos 22 horas na semana 34 e 14 horas na semana 36. Essas horas são somadas nas linhas de disponibilidade. O resultado é que nenhuma das relações necessidade x disponibilidade está acima de 1, ou seja, esse plano consegue atender as necessidades.

Tabela 2.29 | Simulação 2: criação de um segundo turno

SEMANA				S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37
Dias úteis				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Horas normais				16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Horas extras										0			0
NECESSIDADE													
Mão de obra				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	216,67	300,00	0,00	283,33	0,00
Máquina (Prensa)				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	108,33	150,00	0,00	141,67	0,00
DISPONIBILIDADE													
Centro de custo	Turno	Efíc. (%)	No.										
Mão de obra	2	90	8	576	576	576	576	576	576	576	576	576	576
Máquina (Prensa)	2	80	4	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
RELAÇÃO (NEC. X DISP.)													
Mão de obra				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,52	0,00	0,49	0,00
Máquina (Prensa)				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,59	0,00	0,55	0,00

Fonte: elaborada pelo autor.

Com a criação de um segundo turno é possível atender a todas as necessidades, porém, não parece uma boa alternativa porque aumenta muito a ociosidade dos recursos. Veja a semana 33, por exemplo, menos de 50% dos recursos seriam usados durante a semana. Uma sugestão seria a criação de um turno apenas para uma máquina. É importante ressaltar que, para fins didáticos, estamos fazendo o exercício com apenas um produto. As simulações e decisões de uma empresa são sobre diferentes produtos ou famílias de produtos consolidados.

Atualmente, mesmo sistemas de pequeno e médio porte fazem esses cálculos com muita rapidez e podem gerar diferentes simulações, combinando alternativas, como, a criação de um turno apenas para uma máquina, balanceamento da demanda entre outras semanas, aquisição de uma nova máquina e contratação de funcionários para operá-la etc. As ordens só devem ser liberadas após serem encontradas alternativas para todos os problemas de estouro de capacidade, caso contrário serão gerados gargalos em pontos da operação, com altos níveis de estoque em processo e rupturas de atendimento à próxima etapa do processo ou até mesmo ao cliente.

Algumas empresas, principalmente com muita variedade de produtos, adotam a utilização de sequência das ordens por centro de produção, em inglês *Shop Floor Control* (SFC), que fazem a ligação entre o planejamento e a fábrica. Esses sistemas analisam todas as ordens liberadas em um determinado período e sugerem o melhor sequenciamento de entrada dessas ordens por centro de trabalho, visando atender aos clientes, com otimização dos recursos e menor tempo de espera dos materiais entre as operações. Tubino (2006) apresenta algumas regras de sequenciamento em processos em lotes.

Tabela 2.30 | Regras de sequenciamento em processos em lotes

Sigla	Especificação	Definição	Vantagens	Desvantagens
PEPS	Primeira que entra primeira que sai.	Os lotes serão processados de acordo com sua chegada no recurso.	Forma justa de atendimento, minimiza reclamações.	Não considera urgência ou datas prometidas, pode não ter rapidez e flexibilidade de entrega.
MTP	Menor tempo de processamento.	Os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento no recurso.	Retorno financeiro mais rápido.	Pode afetar negativamente e prejudicar clientes.
MDE	Menor data de entrega.	Os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega.	Melhora a confiabilidade de entrega.	Pode afetar negativamente a produtividade.
IPI	Índice de prioridade.	Os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto.	Clientes preferenciais satisfeitos.	Pode afetar negativamente a produtividade e deixar clientes potenciais insatisfeitos.
ICR	Índice crítico.	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de (data de entrega - data atual)/tempo de processamento.	Melhora a confiabilidade de entrega.	Pode afetar negativamente a produtividade.
IFO	Índice de folga.	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: tempo até a entrega - tempo de execução restante.	Melhora a confiabilidade de entrega.	Pode gerar estoques intermediários entre uma operação e outra.

Fonte: elaborada pelo autor.

O autor recomenda que, para qualquer tipo de sistema produtivo, as regras de sequenciamento tenham algumas características: **simplicidade** – as regras devem ser simples e rápidas de explicar e entender; **transparência** – a lógica por trás das regras deve estar clara; **interatividade** – as regras devem facilitar a comunicação entre programadores, gestores e operação; **prioridades** – devem ser de fácil interpretação; **facilidade no processo de avaliação** – além do sequenciamento, as regras devem promover a avaliação do desempenho de utilização dos recursos produtivos.

Ele alerta que não há um perfeito sequenciamento de ordens de produção. Cada escolha terá vantagens e desvantagens e a solução encontrada em um momento pode não ser a ideal para um outro momento.



Refleta

Com tantas informações a serem analisadas e controladas, você acha possível planejar e gerir uma fábrica sem o auxílio de sistemas informatizados?



Exemplificando

O Sr. Gomes, assistente de PCP, assumiu a programação dos peões mágicos e percebeu que precisava sequenciar 5 ordens de produção com urgência (as informações estão a seguir). Ele preparou algumas simulações com o que conhecia de sequenciamento de fábrica. Veja os resultados:

Nº Op	Entrada do Serviço	Cortar (Duração em dias)	Pintar (Duração em dias)	Data prometida de entrega	Prioridade
19	02/jun	2	1	06/jun	2
27	04/jun	1	1	06/jun	3
31	04/jun	4	3	18/jun	1
32	08/jun	3	2	11/jun	5
37	12/jun	3	1	17/jun	4

SIMULAÇÕES:

Regra	Sequenciamento (por nº das OPs)
PEPS	19, 27, 31, 32, 37
MTP	27, 19, 37, 32, 31
MDE	19, 27, 32, 37, 31
IPI	31, 19, 27, 37, 32
ICR	19, 27, 32, 31, 37 - Ex. OS 19, (06/06 - 04/06) = 2 / 3 = 0,66
IFO	19, 27, 32, 31, 37 - Ex. OS 19, (06/06 - 04/06) = 2 - 3 (tempo de execução restante) = -1

O sequenciamento de entradas das ordens de produção nos centros de trabalho e/ou operação é necessário, principalmente nos sistemas produtivos em lotes, porque os sistemas SFC trabalham com o conceito de capacidade finita, ou seja, segundo Tubino (2006), sistemas com capacidade finita têm como principal característica considerar como parte determinante no processo de decisão as restrições de capacidade do sistema produtivo. As restrições podem ser tecnológicas, de máquina, mão de obra, calendário, entre outros e os sistemas com capacidade finita buscam tornar o que foi programado, viável no chão de fábrica.

Os sistemas de programação finita simulam tanto programação para frente quanto programação para trás. A programação para trás tem o prazo de entrega como referência para a programação da produção, informando quando cada operação deverá ter início e a data de necessidade da matéria-prima para todos os recursos. Na programação para frente, utiliza-se a data atual como referência para

a programação da produção e que cada trabalho deve ser encerrado o mais cedo possível.

De acordo com Tubino (2006), uma programação viável ao chão de fábrica deve considerar o conhecimento dos gargalos e a sincronização dos recursos sem restrições pelos recursos gargalo, uma vez que o gargalo dita o ritmo da produção e planejamento do tamanho dos lotes, facilitando o fluxo dos materiais e informações.

Outra função importante desses sistemas é de auxiliar no controle de produção e fornecer feedbacks sobre o andamento das ordens na fábrica. Informações como quantidades produzidas, tempos de produção e refugos são inseridas no sistema e comparadas com as informações estimadas no planejamento. As informações podem ser inseridas no sistema SFC por apontamento manual (digitadas), por meio de leitores óticos (código de barras) e/ou por meio de uma integração direta entre a máquina da fábrica e o sistema SFC/MRP.



Pesquise mais

No link a seguir há um estudo sobre a utilização de um sistema MRP II, ERP e sistemas de controle de chão de fábrica. Vale a pena ver:

RIBAS, Daniel Fagundes; BRAMBILLA, Flávio Régio; FERNANDES JR., Francisco Carlos. Sistema de programação avançada da produção com capacidade finita: o caso da TRAFÓ Transformadores de Força do RS. **Inovação, Gestão e Produção**, v. 2, n. 5, maio 2010. Disponível em: <http://www.ingepro.com.br/Publ_2010/Mai/245-643-1-PB.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2016

Agora vamos voltar aos nossos trabalhos lá na After Market?

Sem medo de errar

Então, agora que já aprendemos qual a funcionalidade e dinâmica do MRP II, vamos voltar à empresa After Market e auxiliar o Sr. Guido em seu planejamento da produção. Para realizar o trabalho solicitado no “Diálogo aberto”, você deverá desenvolver:

- Uma tabela com os cálculos executados em uma rodada de MRP II.

- Um gráfico com a análise da capacidade de mão de obra.
- Um gráfico com a análise de capacidade de máquina.
- Uma tabela com simulações de sequenciamento de ordens de produção.

Para facilitar sua tarefa, apresentamos em “Avançando na prática” um problema semelhante ao enfrentado pela empresa After Market. É sobre a empresa Conecta, de componentes eletrônicos, que, além de te ajudar na solução desse problema, mostra que a lógica do MRP II pode servir para diferentes tipos de empresas, produtos e serviços.



Atenção

A Tabela 2.27 e a Figura 2.16 poderão ser úteis para que você execute esse trabalho. Vale a pena dar uma olhada.

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu, transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e depois compare-as com as de seus colegas.

Conecta Indústria de Componentes Eletrônicos Ltda.

Descrição da situação problema

A empresa Conecta fornece componentes eletrônicos para empresas que montam computadores. Acontece que o planejador de produção responsável por todo o planejamento das operações se afastou por motivo de saúde e a empresa virou um caos. Seu planejamento era feito em planilhas eletrônicas de difícil compreensão e com muitas senhas, tornando o trabalho de planejamento impossível.

Na seção anterior, o Sr. Humberto te chamou para apresentar a lógica de funcionamento de um MRP e, como aconteceu com a empresa After Market e acontece com muitas outras empresas, ele pediu que você mostrasse também a lógica do MPR II.

A demanda ainda será referente ao produto placa mãe, o principal produto da empresa, e está considerada conforme tabela a seguir:

ITEM PLACA MÃE	ES		LOTE				TA		1 semana		ESTOQUE EMMÃOS	
	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S20	S29
NP - Nec. produção projetada							7.500	8.500	0	8.000		
RP - Recebimentos Previstos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
DM - Disponível à mão	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
NL - Nec. Líquida Produção							6.500	8.500	0	8.000		
PL - Produção (lotes)							6.500	8.500	0	8.000		
Liberação da ordem							6.500	8.500	0	8.000		0

Outras informações relevantes também foram fornecidas:

PLACA MÃE	Tempo Padrão de produção (TA)	Turnos de trabalho	Horas de trabalho	Qtde de recursos	Eficiência (%)
Mão de obra	3min. homem /unid.	1	8	12	80
Máquina	2min. máquina /unid.	1	8	8	75

Ele pediu que você apresentasse também algumas opções de sequenciamento de ordens de produção na fábrica e, para isso, apresentou, no dia 24 de junho, a tabela a seguir:

Obs.: nenhuma operação foi iniciada.

Ele pediu que você apresentasse também algumas opções de sequenciamento de ordens de produção na fábrica e, para isso, apresentou, no dia 24 de junho, a tabela a seguir:

Obs.: nenhuma operação foi iniciada.

Nº Op	Entrada da ordem	Furar (Duração em dias)	Soldar (Duração em dias)	Data prometida de entrega	Prioridade
101	22/jun	2	1	26/jun	2
105	24/jun	1	1	26/jun	3
132	24/jun	4	3	08/jul	1
140	28/jun	3	2	01/jul	5
142	02/jul	3	1	07/jul	4



Atenção

A Tabela 2.27 e a Figura 2.16 poderão ser úteis para que você execute esse trabalho. Vale a pena dar uma olhada.

Com essas informações já podemos criar a tabela com a lógica utilizada pelos sistemas MRP II. Vamos ver?

SEMANA	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29
Dias Greis	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Horas normais	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Horas extras										
NECESSIDADE										
Mão de obra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	325,00	425,00	0,00	400,00	0,00
Máquina (Prensa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	216,87	283,33	0,00	266,67	0,00
DISPONIBILIDADE										
Centro de custo										
Mão de obra	1	80	12							
Máquina	1	75	8							
RELAÇÃO (NEC. X DISP.)										
Mão de obra	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	1,11	0,00	1,04	0,00
Máquina (Prensa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	1,18	0,00	1,11	0,00

Seguimos os seguintes passos para preparar a tabela:

Passo 1 – Cálculo da necessidade = Liberação da ordem * TA / 60.

Exemplo: mão de obra sem. 25 = $6.500 \times 3 / 60 = 325$ horas.

Exemplo: máquina sem. 25 = $6.500 \times 2 / 60 = 216,67$ horas.

Passo 2 – Cálculo da disponibilidade.

Mão de obra = dias úteis x horas normais x turno x n. de mão de obra x Eficiência

= $5 \times 8 \times 1 \times 12 \times 0,80 = 384$ horas.

Máquina = dias úteis x horas normais x turno x n. de mão de obra x Eficiência

= $5 \times 8 \times 1 \times 8 \times 0,75 = 240$ horas.

Passo 3 – Cálculo da relação necessidade x disponibilidade

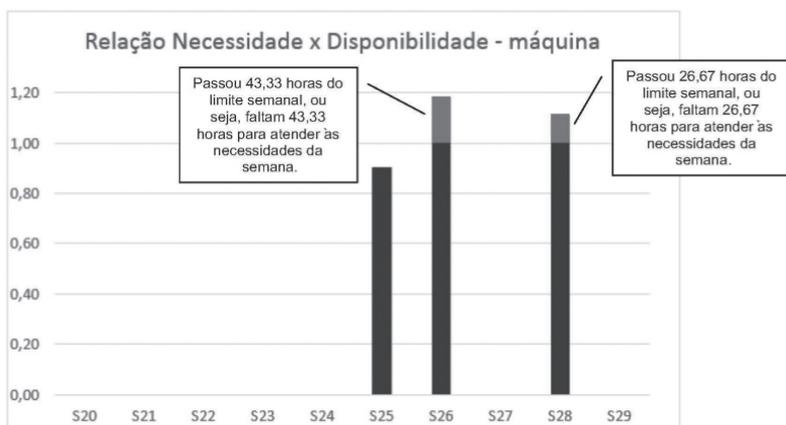
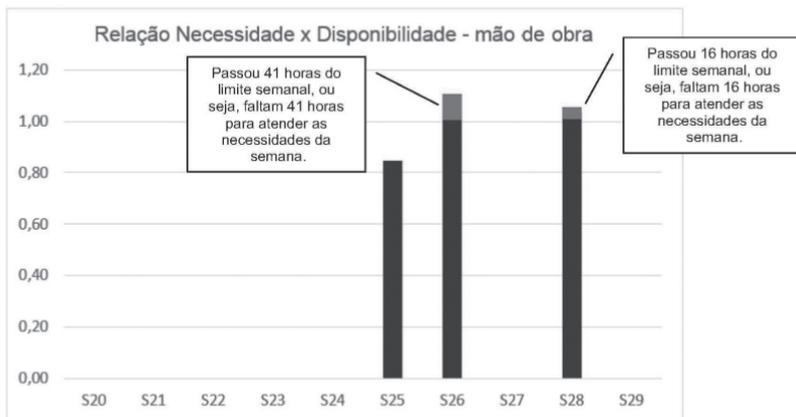
= Necessidade / Disponibilidade.

Exemplo: mão de obra sem.25 = $325 / 384 = 0,8463$.

Exemplo: máquina sem.25 = $216,67 / 240 = 0,9027$.

Lembre-se de que quando o índice for menor do que 0 significa que a disponibilidade é maior que a necessidade, se o índice for maior do que 0 significa que a disponibilidade é menor que a necessidade, ou seja, houve um estouro da capacidade de produção.

Agora vamos mostrar em um gráfico onde houve esse estouro de capacidade?



Pronto! Essas tabelas e gráficos são suficientes para os gestores da empresa Conecta entenderem o funcionamento de um sistema MRP II.

Agora, vamos apresentar a eles a tabela com opções de sequenciamento de ordens de produção, seguindo a lógica dos sistemas de programação e controle de fábrica:

SIMULAÇÕES:

Regra	Sequenciamento (por nº das OPs)
PEPS	101, 105, 132, 140, 142 (ordena pela data de entrada da ordem)
MTP	105, 101, 142, 140, 132 (ordena pelo menor tempo de processamento = furar + soldar, para o maior)
MDE	101, 105, 140, 142, 132
IPI	132, 101, 105, 142, 140 (ordena por prioridade do clientes / produto, 1 é mais importante)
ICR	101, 105, 140, 132, 142 - Ex. OP 101, (26/06 - 24/06) = 2 / 3 = 0,67
IFO	101, 105, 140, 132, 142, Ex. OP 101, (26/06 - 24/06) = 2 - 3 (tempo de execução restante) = -1



A única maneira de você dominar o tema apresentado em cada seção é dedicando tempo estudando e praticando o conhecimento adquirido por meio de exercícios, simulações ou até mesmo aplicando em sua vida profissional. Por isso, aqui vai a sugestão de mais um problema que pode ser resolvido com a utilização de um sistema MRP II. Pratique e troque ideias com seus colegas e professor.

A Metalúrgica Moreira produz parafusos e arruelas há mais de 40 anos. A empresa está em sua terceira geração e o atual presidente é o neto do fundador da empresa. Administrador de formação ele "profissionalizou" a empresa, desenvolvendo juntamente com seus gestores e consultorias externas valores, missão, visão, organogramas, fluxogramas e gestão integrada da qualidade. A empresa se orgulha de ser certificada em ISO 9.000 e ISO 14.000.

Faremos aqui o mesmo que fizemos com as empresas After Market e Conecta, trabalharemos com as informações do produto arruela 3/4, conforme tabelas a seguir. O desafio será criar uma tabela com a lógica de execução de um MRP II e gráficos com as relações de necessidades x disponibilidade de mão de obra e máquina.

ITEM ARRUELA 3/4	ES 10.000		LOTE 1		TA 1 semana		ESTOQUE EM MAOS 8.000			
	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29
NP - Nec. produção projetada							15.000	19.000	0	18.000
RP - Recebimentos Previstos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DM - Disponível à mão	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	10.000	10.000	10.000	10.000
NL - Nec. líquida produção							17.000	19.000	0	18.000
PL - Produção (lotes)							17.000	17.000	0	18.000
Liberação da ordem						17.000	17.000	0	18.000	0

ARRUELA 3/4	Tempo Padrão de produção (TA)	Turnos de trabalho	Horas de trabalho	Qtde de recursos	Eficiência (%)
Mão de obra	3min. homem /unid.	2	8	12	90
Máquina	2min. máquina /unid.	2	8	8	90

Faremos, também, simulações com sequenciamento de ordens de produção e apresentaremos aos gestores da empresa. Para isso, usaremos as informações disponibilizadas em 07/07 de ordens que não foram iniciadas.

Data atual: 07/jul

Nº Op	Entrada da ordem	Furar (Duração em dias)	Soldar (Duração em dias)	Data prometida de entrega	Prioridade
111	02/jul	2	1	06/jul	2
115	04/jul	1	1	06/jul	3
142	04/jul	4	3	18/jul	1
150	08/jul	3	2	11/jul	5
152	12/jul	3	1	17/jul	4

Faça valer a pena

1. Qual documento é muito importante para o MRP II e contém a sequência exata das operações até a entrega final do produto ou serviço?

- a) Lista de materiais.
- b) Lista técnica.
- c) Plano de produção.
- d) Roteiro de fabricação.
- e) Plano mestre de produção.

2. O Sr. José decidiu sequenciar as ordens de serviço de sua funilaria utilizando o sistema PEPS. De acordo com as informações da tabela a seguir, qual será a sequência correta adotando essa regra de sequenciamento?

Nº OS	Entrada da ordem	Reparar (Duração em dias)	Pintar (Duração em dias)	Data prometida de entrega	Prioridade
111	02/ago	3	5	12/ago	2
115	07/ago	2	4	17/ago	3
142	06/ago	1	3	16/ago	1
150	13/ago	3	6	23/ago	5
152	12/ago	5	6	22/ago	4

- a) 115, 142, 152, 111, 150.
- b) 111, 142, 115, 152, 150.
- c) 111, 115, 152, 142, 150.
- d) 150, 152, 111, 115, 142.
- e) 152, 142, 111, 115, 150.

3. Quando o resultado da relação necessidade x disponibilidade de recursos do MRP II é maior do 1, significa que:

- a) Todos os recursos estão disponíveis para atender à demanda.
- b) Que está sobrando recursos.
- c) Que está faltando recursos.
- d) A demanda é menor que a disponibilidade.
- e) Que o refugio está alto.

Referências

CORRÊA, Henrique; CORRÊA, Carlos. **Administração da produção e operações: manufatura e serviços, uma abordagem estratégica.** São Paulo: Atlas, 2000.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial.** São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDRATT, Eliyahun M.; COX, Jeff. **A meta.** São Paulo: Educator, 1994.

LUSTOSA, Leonardo Junqueira. **Planejamento e controle da produção.** Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2008.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, v. 1. Fernando P. **Administração da produção.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção.** São Paulo: Atlas, 2006.

Programação e controle de produção

Convite ao estudo

Olá, aluno! Vamos dar continuidade à nossa caminhada que levará você a adquirir a **competência geral**, que conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, a programação e o controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade; e a **competência técnica**, que é conhecer e estar apto a utilizar o sistema de PPCP no chão de fábrica.

Nesta unidade, aprenderemos mais sobre Planejamento da Capacidade, Programação e Sequenciamento da Produção, Liberação de Ordens e Acompanhamento da Produção e Sistemas de Controle de Produção. Mas, antes de falar sobre esta unidade, vamos rever a unidade anterior.

Na Unidade 2, vimos que as atividades de planejamento devem obedecer a uma hierarquia, independentemente do tamanho ou tipo de empresa. No início, o planejamento deve olhar para o futuro de forma agregada e com longo horizonte (meses ou anos). Nesse planejamento agregado, visto na Seção 2.1, toma-se decisões sobre as demandas agregadas e os recursos necessários para atender tais demandas. Vimos que a entrega ou o produto final do planejamento agregado é um Plano de Produção.

Na Seção 2.2, vimos como o Plano de Produção é detalhado de forma que a operação consiga entendê-lo e executá-lo. Esse detalhamento é feito no Planejamento Mestre de Produção, que deve entregar um Plano Mestre de Produção, de médio prazo (semanas ou meses), com as demandas independentes. O Plano Mestre de Produção disponibilizado à operação deve

ter sido validado pelos responsáveis das diversas áreas da empresa, que analisaram, principalmente, se havia capacidade de recursos para tornar o plano viável.

Nas Seções 2.3 e 2.4, vimos os sistemas MRP e MRP II, que apoiam as decisões de planejamento, programação e controle de produção. O MRP gera uma lista de necessidades que responde, basicamente, o que, quanto e quando deve ser produzido e/ou comprado de cada material, seja demanda independente ou dependente. O MRP II (Seção 2.4) é uma evolução do MRP, que auxilia em responder como os materiais serão produzidos. A partir de documentos, como carta de processos e roteiro de fabricação ou operação, o MRP II é capaz de analisar e planejar a capacidade dos recursos, com seu módulo de CRP – *Capacity Requirements Planning* –, e auxiliar no sequenciamento de ordens de produção na fábrica, com seu módulo SFC – *Shop Floor Control*.

Nesta unidade, iremos para mais perto da operação, aprenderemos a analisar e planejar a capacidade de recursos, programar e sequenciar as atividades da produção, liberar ordens de produção, ou seja, oficialmente encomendar a produção do produto ou serviço e acompanhar a execução.

Já passamos da metade do curso e, em breve, você se tornará um especialista em PPCP, mas acredito que você já tenha percebido que as atividades do PPCP se relacionam com muitas outras áreas e atividades de uma empresa. Esses relacionamentos e integração farão de você um profissional com uma visão mais abrangente dos assuntos empresariais. Bom para você como funcionário de carreira de uma empresa privada ou estatal e como empreendedor/empresário de seu próprio negócio.

Para praticarmos os conceitos aprendidos na Unidade 3, trabalharemos com a empresa Gomes e Gomes, que produz componentes para empresas de Óleo e Gás, em um modelo Business to Business (B2B), ou de comercialização de empresa para empresa.

Nos últimos anos, o Sr. Ananias, dono da empresa, implementou alguns conceitos de planejamento que surtiram efeito. A empresa já trabalha com um planejamento agregado da demanda, que entrega um plano de produção de longo prazo ao planejamento de nível tático, que transforma esse plano de produção em um plano mestre de produção detalhado, com demandas independentes, que é transformado via MRPs em necessidades das demandas dependentes.

Pronto, esse é o ponto em que nos encontramos! Nas próximas seções, iremos auxiliar o Sr. Ananias a melhorar ainda mais o seu planejamento de produção, e agora entraremos em programação, tornando a empresa mais rentável e próspera.

Vamos nessa?

Seção 3.1

Planejamento da capacidade

Diálogo aberto

Seu primeiro desafio com a empresa Gomes e Gomes será de auxiliá-la com o planejamento de capacidade, porque ela não faz esse tipo de análise e planejamento, e desconfia que é um dos motivos pelo qual há grandes diferenças entre os volumes planejados nos Plano de Produção e Plano Mestre de Produção e os volumes realmente produzidos.

Para realizar essa tarefa, o Sr. Ananias nos forneceu o Plano de Produção de duas famílias de produtos (Camisas e Válvulas), com dois SKUs em cada família (Tabela 3.1). Também, nos forneceu os tempos que cada família consome de quatro centros produtivos ou departamentos (Tabela 3.2).

Tabela 3.1 | Plano de produção – famílias camisas e válvulas

Família Camisas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prev. Demanda	110	132	132	165	165	110	110	88	143	165	187	132
Estoque	220	198	176	154	132	110	110	110	132	121	110	88
Produção	88	110	110	143	143	110	110	110	132	154	165	154

Família Válvulas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prev. Demanda	143	143	143	143	110	88	88	88	154	187	198	165
Estoque	110	110	110	110	110	132	154	176	165	143	110	110
Produção	143	143	143	143	110	110	110	110	143	165	165	165

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.2 | Tempos e participação de cada família nos centros produtivos ou departamentos

	FAM. Camisas	Camisa. 1 (10%)	Camisa. 2 (90%)		FAM. Válvulas	Válvula 1 (40%)	Válvula 2 (60%)
DEP. W	0,55	0,44	0,56	DEP. W	0,30	0,22	0,36
DEP. X	0,44	1,43	0,33	DEP. X	0,99	1,87	0,40
DEP. Y	0,65	3,30	0,36	DEP. Y	0,50	0,75	0,33
DEP. Z	0,34	0,77	0,29	DEP. Z	0,15	0,33	0,03

Fonte: elaborada pelo autor.

Sua primeira missão será analisar a capacidade desses centros produtivos e identificar possíveis gargalos ou restrições.

O Sr. Ananias forneceu, também, informações do PMP de 12 semanas dos produtos dessas famílias, conforme tabelas a seguir:

Tabela 3.3 | PMP Camisas 1 e 2

Camisa 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Estoque	20	17	14	10	21	16	11	6	21	16	11	6
PMP	0	0	0	15	0	0	0	20	0	0	0	20

Camisa 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	24	24	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30
Estoque	180	181	182	182	176	170	165	160	154	148	143	138
PMP	25	25	25	25	24	24	25	25	24	24	25	25

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.4 | PMP válvulas 1 e 2

Camisa 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Estoque	20	17	14	10	21	16	11	6	21	16	11	6
PMP	0	0	0	15	0	0	0	20	0	0	0	20

Camisa 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	24	24	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30
Estoque	180	181	182	182	176	170	165	160	154	148	143	138
PMP	25	25	25	25	24	24	25	25	24	24	25	25

Fonte: elaborada pelo autor.

Agora, sua missão será de analisar a capacidade dos departamentos que constam na Tabela 3.2, comparando com o PMP de cada produto. Como o PMP trata apenas dos recursos restritos, iremos analisar a capacidade dos recursos que tiverem problema de falta de capacidade na análise do Plano de Produção.

Ao final, entregaremos ao Sr. Ananias uma planilha com a análise de capacidade e uma simulação de estratégia que pode ser adotada para resolver os problemas de estouro de capacidade.

Algumas últimas informações sobre a empresa: trabalha 20 dias por mês (05 dias por semana), em um turno com 8 horas diárias e com 85% de eficiência.

Fique tranquilo, seguiremos passo a passo cada etapa desses processos e praticaremos, também, durante os conceitos apresentados em "Não pode faltar". Bons estudos!

Não pode faltar

Você que está acompanhando a disciplina desde o início deve ter percebido que em cada nível de planejamento (estratégico, tático e operacional) e, conseqüentemente, em cada horizonte de planejamento (longo, médio e curto prazos), deve haver um planejamento de capacidade.

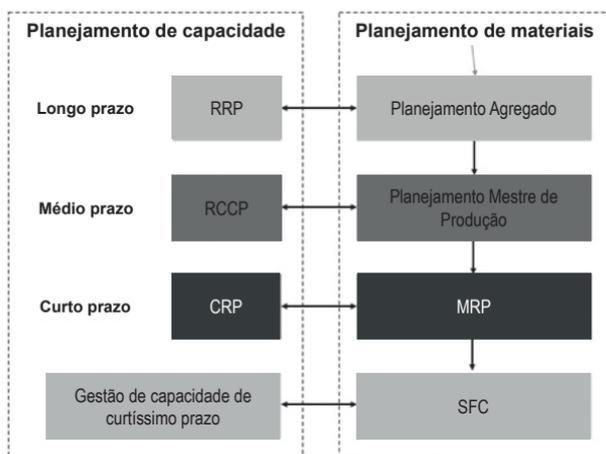


Refleta

Caro estudante, já lhe ocorreu de se inscrever em um curso ou treinamento e, quando chegou ao local, percebeu que a sala estava superlotada? As instalações e os equipamentos não davam conta de tanta gente e você mal conseguia prestar atenção no tema da aula? Pois é, esse é um exemplo de mal planejamento da capacidade. Nesta seção, veremos como planejar a capacidade e evitar esses problemas.

A Figura 3.1 mostra que há uma hierarquia do planejamento de capacidade, que deve ser seguida, com o objetivo de que, no momento da execução dos planos de produção, os recursos necessários estejam disponíveis.

Figura 3.1 | Níveis de tratamento de capacidade



Fonte: Corrêa; Gianesi e Caon (2001).

Agora, iremos explorar com mais detalhes cada um desses planejamentos de capacidade. Preparado? Como já mencionado, alguns conceitos desta seção já foram apresentados em seções

anteriores, porém, é necessário destacarmos a importância do planejamento das capacidades, porque muitas empresas não se preocupam com esse trabalho no momento correto e sofrem com mal atendimento aos clientes e/ou custos extras no momento da execução. Iniciaremos com o planejamento de capacidade de longo prazo – *Resource Requirements Planning* (RRP) – ou, simplesmente, *Resource Planning* (RP). De acordo com Corrêa, Giansi e Caon (2001), essas denominações não são muito difundidas, pois esse planejamento normalmente não é separado, estando inserido no planejamento agregado.

O RRP visa subsidiar as decisões do Planejamento Agregado, tendo como principais objetivos: antecipar necessidades de capacidade de recursos que requeiram prazos longos (meses ou anos) para sua mobilização/obtenção; subsidiar decisões de quanto produzir de cada família de produtos, principalmente nas ocasiões em que, por limitação de alguns recursos, não será possível produzir todo o volume desejado na previsão da demanda.

Corrêa, Giansi e Caon (2001) sugerem que o cálculo de capacidade nesse nível seja simples e rápido, para adequar-se à agilidade necessária das simulações durante as reuniões de nível estratégico, inclusive utilizando-se de planilhas eletrônicas de cálculo. A informação básica para o cálculo de capacidade são os fatores globais de utilização de recursos, ou seja, quantas horas de cada departamento são necessárias para a produção de um SKU de determinada família de produtos. Para ilustrar o RRP ou RP, vamos falar sobre a empresa Metalúrgica Moreira, que produz parafusos a arruelas há mais de 40 anos. Trabalharemos com duas famílias de produtos: parafuso 1 e parafuso 2/arruela 1 e arruela 2. Esses produtos consomem ou utilizam recursos de quatro departamentos ou centros de trabalho ou centros produtivos (W, X, Y e Z). A Tabela 3.5 mostra a participação de cada produto em cada família e as quantidades de horas consumidas em cada departamento:

Tabela 3.5 | Participação dos produtos por família

	FAM. Parafusos	Paraf. 1 (10%)	Paraf. 2 (90%)		FAM. Arruelas	Arruela 1 (40%)	Arruela 2 (60%)
DEP. W	0,50	0,4	0,51	DEP. W	0,28	0,2	0,33
DEP. X	0,40	1,3	0,3	DEP. X	0,90	1,7	0,36
DEP. Y	0,60	3	0,33	DEP. Y	0,45	0,68	0,3
DEP. Z	0,30	0,7	0,26	DEP. Z	0,14	0,3	0,03

Fonte: elaborada pelo autor.

Antes de apresentar os cálculos, é importante sabermos que: a) as participações podem não ser exatamente essas em todos os meses analisados no horizonte de planejamento e essa incerteza deve ser considerada; b) é importante rever os fatores globais calculados sempre que o mix de produtos de determinada família (participação de seus produtos em quantidade) variar muito.

Agora, vamos conhecer mais sobre a Tabela 3.3, suas informações e cálculos. São apresentados os tempos unitários de produção de cada um dos produtos nos quatro centros produtivos, por exemplo, os tempos de produção dos parafusos 1 e 2 no departamento X são bastante diferentes (1,30 e 0,3 horas, respectivamente). Como é necessário obter um único número que represente o tempo de produção da família Parafusos no departamento X, é preciso calcular uma média ponderada que leve em conta os volumes produzidos de cada um dos produtos da família. Tomando como exemplo o DEP. X da família Parafusos, em que o parafuso 1 tem participação de 10% na utilização e o parafuso 2, 90%, chegamos ao seguinte resultado: $(1,30h \times 0,10 + 0,3h \times 0,90 = 0,40h)$. Para a família Arruelas, o mix é de 40% para a arruela 1 e 60% para arruela 2. Avançando nos cálculos, vemos a Tabela 3.6, que representa o plano de produção para as duas famílias:

Tabela 3.6 | Plano de produção – famílias parafusos e arruelas

Família Parafusos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Prev. Demanda	100	120	120	150	150	100	100	80	130	150	170	120	
Estoque	200	180	160	140	120	100	100	100	120	110	100	80	100
Produção	80	100	100	130	130	100	100	100	120	140	150	140	

Família Arruelas	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prev. Demanda	130	130	130	130	100	80	80	80	140	170	180	150
Estoque	100	100	100	100	100	120	140	160	150	130	100	100
Produção	130	130	130	130	100	100	100	100	130	150	150	150

Fonte: elaborada pelo autor.

Com base nesse Plano de Produção, podemos calcular as necessidades de recursos (em horas) em cada um dos departamentos, por exemplo, para o departamento W, no mês de janeiro, temos: (Família Parafusos) 80 unidades x 0,50h + (Família Arruelas) 130 unidades x 0,28h = 76,4 horas. A Tabela 3.7 mostra as horas necessárias para a produção das famílias Parafusos e Arruelas e as horas disponíveis (136h).

Tabela 3.7 | Horas necessárias – famílias parafusos e arruelas

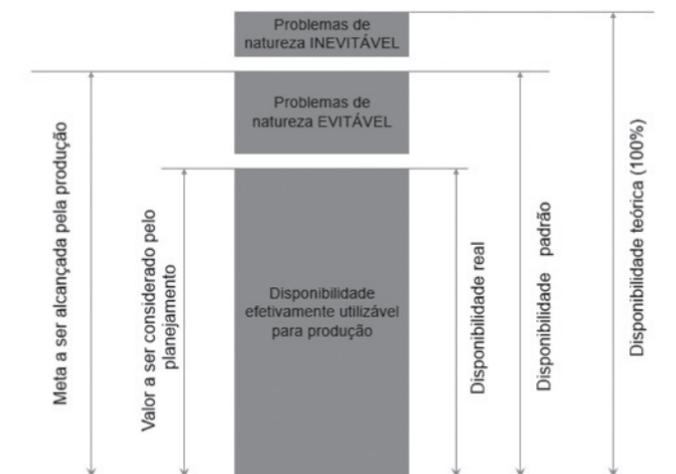
Departamentos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
W	136	76,4	86,4	86,4	101	93	78	78	78	96,4	112	117	112
X	136	149	157	157	169	142	130	130	130	165	191	195	191
Y	136	107	119	119	137	123	105	105	105	131	152	158	152
Z	136	42,2	48,2	48,2	57,2	53	44	44	44	54,2	63	66	63

Fonte: elaborada pelo autor.

Após calculada a capacidade necessária, é preciso compará-la com a capacidade disponível. No exemplo da Metalúrgica Moreira, os departamentos trabalham 20 dias por mês em um turno de 8 horas, que resulta em 160 horas disponíveis totais (disponibilidade padrão). A eficiência na utilização da capacidade nos últimos 6 meses é de 85%, resultando em 136 horas efetivamente trabalhadas.

Antes de avançarmos no caso da Metalúrgica Moreira, vamos ver a Figura 3.2, que apresenta os tipos de disponibilidades que devem ser consideradas no planejamento de capacidade. A disponibilidade teórica (100%), descrita pelo construtor da máquina, mas que por diversas razões quase nunca é alcançada; a disponibilidade padrão, que é cronometrada pelos desenvolvedores dos produtos ou serviços e que são tidas como um padrão a ser perseguido; e a disponibilidade real, que deve ser considerada para efeito de planejamento, e que é o resultado de um histórico de acontecimentos e performances do recurso analisado.

Figura 3.2 | Tipos de disponibilidades de recursos



Fonte: Corrêa; Gianesi e Caon (2001).

A Tabela 3.8 mostra o cálculo de capacidade de longo prazo para os quatro departamentos.

Tabela 3.8 | Cálculo de capacidade de longo prazo - RRP

Departamentos		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
W	136	56%	64%	64%	75%	68%	57%	57%	57%	71%	82%	86%	82%
X	136	110%	115%	115%	124%	104%	96%	96%	96%	121%	140%	143%	140%
Y	136	78%	87%	87%	100%	90%	77%	77%	77%	96%	111%	116%	111%
Z	136	31%	35%	35%	42%	39%	32%	32%	32%	40%	46%	49%	46%

Fonte: elaborada pelo autor.

Podemos notar que, nos meses destacados, a necessidade excede a capacidade disponível e, quando isso ocorre, de acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2001), algumas alternativas podem ser adotadas: a) Alteração do plano de produção, visando aproveitar a disponibilidade ociosa de alguns meses para acomodar o excesso de outros. Isso significa antecipar e/ou postergar produção, contando para isso com estoques para que não se prejudique o atendimento do plano de vendas; b) Ampliação da disponibilidade de capacidade por meio de horas extras, turnos adicionais, contratação de funcionários, aquisição de equipamentos, entre outros; c) Subcontratação de serviços que substituam os recursos da fábrica ou terceirização de etapas da produção, adquirindo componentes prontos; d) Não atendimento do plano de demanda, seja com perda efetiva de vendas ou acúmulo de pedidos em atraso (*backlog*).

No nível estratégico de planejamento da capacidade, Reid e Sanders (2005) alertam para o cuidado com o planejamento das instalações, que podem ser uma organização inteira, uma divisão ou apenas uma máquina. Segundo os autores, é nesse nível que a empresa decide sobre novos investimentos em instalações e equipamentos. São decisões que, normalmente, exigem dispêndios de capital, terão forte impacto na capacidade da empresa de realizar seus negócios e que a empresa terá que conviver por muito tempo, para o bem ou para o mal.



Exemplificando

Instalações, como prédios e equipamentos, são adquiridos em partes maiores e é muito difícil conseguir um ajuste exato entre as necessidades atuais e as necessidades baseadas nas necessidades futuras. Se uma universidade prever a demanda por um curso em turmas com 45 alunos

por sala, cada turma adicional aberta acrescenta capacidade em pedaços iguais a uma sala de aula com 45 alunos. Se surgir uma nova demanda com 25 alunos, a universidade terá dificuldades em acomodá-los com o custo adequado.

Em todos os níveis de planejamento, é importante analisar e planejar a capacidade dos recursos com base na previsão da demanda. De acordo com Lutosa (2012), uma das formas mais usuais para se planejar capacidade é utilizar mecanismos e previsão de demanda (vistos nas Seções 1.3 e 1.4 da primeira unidade). Os seguintes passos podem ser adotados: a) calcula-se a previsão da demanda; b) assume-se a capacidade operacional como sendo a demanda prevista; c) estima-se a eficiência e a utilização da planta; d) calcula-se a capacidade projetada. Veja a fórmula:

Capacidade projetada =

$$\frac{\text{capacidade operacional}}{\text{utilização} \times \text{eficiência}} + \frac{\text{demanda prevista}}{\text{utilização} \times \text{eficiência}}$$

Utilização é a taxa de quanto se utiliza de um recurso em um período, por exemplo, utilizam-se 440 horas/mês da injetora da empresa TudoPlástico, de uma disponibilidade de 480 horas/mês: $440 / 480 = 0,9166$, 92% de utilização.



Exemplificando

A empresa TudoPlástico precisa planejar a capacidade com base na previsão de demanda de 1.900 unidades de seus famosos pratos plásticos. Considerando uma taxa de utilização de 92% e eficiência de 80%, tem-se que:

Capacidade projetada =

$$\frac{\text{capacidade operacional}}{\text{utilização} \times \text{eficiência}} + \frac{\text{demanda prevista}}{\text{utilização} \times \text{eficiência}}$$
$$\frac{1900}{0,92 \times 0,80} = 2.581,52 = 2.582 \text{ unidades/mês.}$$

Nessas condições, a empresa deve projetar sua capacidade para 2.582 unidades/mês

Um conceito importante ao se projetar a capacidade com base na previsão da demanda é o Ponto de Equilíbrio.



Assimile

É possível conhecer o volume necessário para que a empresa deixe de ter prejuízos com determinada demanda e volumes de produção, e passe a ter lucros. Esse momento é denominado Ponto de Equilíbrio. Ele é um importante indicador do risco operacional de determinado negócio quando comparado com a capacidade de produção ou com a demanda máxima do mercado. De forma prática, o Ponto de Equilíbrio envolve três elementos administrativos: custo, receita e lucro.



Exemplificando

Lembra-se da empresa Doce Vida da Unidade 1? Pois bem, as proprietárias vendem uma cocada a R\$ 1,20 a unidade. Para produzir essa cocada, elas têm um custo fixo de R\$ 560,00, mais o custo variável de R\$ 0,80 por unidade fabricada. O ponto de equilíbrio da cocada em relação à estabilidade financeira da empresa, pela sua produção e venda, consiste em determinar a quantidade de cocadas a serem vendidas para que a receita seja igual às despesas, ocasionando um lucro nulo ou *break even*. Vamos construir as funções administrativas do movimento financeiro do produto?

$$\text{Função de Custo (FC)} = 560 + 0,80x$$

$$\text{Função de Receita (FR)} = 1,20x$$

A equivalência entre a receita e o custo surge no momento em que os dois valores são iguais:

$$FR(x) = FC(x)$$

$$1,20x = 560 + 0,80x$$

$$1,20x - 0,80x = 560$$

$$0,40x = 560$$

$$x = 1400$$

O ponto de equilíbrio da empresa Doce Vida para o produto cocada está fixado na produção e venda de 1.400 unidades. Acima desse volume, gera lucro; abaixo de volume, prejuízo.

Feitas as considerações sobre o planejamento de capacidade no nível estratégico e agregado, vamos ver como funciona o planejamento de capacidade no nível médio, que detalha o plano de produção agregado da demanda independente? O *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) é o planejamento de capacidade de médio prazo, também denominado de planejamento de recursos críticos ou planejamento grosseiro de capacidade. De acordo com Corrêa, Gianesi e Caon (2001), ele visa subsidiar as decisões do Planejamento Mestre de Produção, em inglês, MPS – *Master Production Planning*. Assim como recomendado para o RRP, o cálculo do RCCP também deve ser simples e rápido, para a adequação à agilidade necessária das simulações. Além de ser um planejamento de capacidade para o médio prazo (meses), o RCCP se diferencia do RRP por trabalhar com os produtos acabados desagregados (detalhados). A lógica de cálculo é a mesma utilizada no RRP: calculam-se as horas necessárias de capacidade e confronta-se com as horas disponíveis; e as decisões adotadas para suprir excessos ou faltas de capacidade também são semelhantes. As Tabelas 3.9, 3.10, 3.11 e 3.12 mostram o Plano Mestre de Produção (PMP) dos produtos Parafusos 1 e 2 e Arruelas 1 e 2.

Tabela 3.9 | PMP parafuso 1

Parafuso 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Estoque	20	18	16	13	18	15	12	9	16	13	10	7
MPS		0	0	0	8	0	0	0	10	0	0	10

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.10 | PMP parafuso 2

Parafuso 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	22	22	23	23	27	27	27	27	27	27	27	27
Estoque	180	176	172	167	162	157	152	148	144	139	134	130
MPS		18	18	18	18	22	22	23	23	22	22	23

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.11 | PMP arruela 1

Arruela 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Estoque	40	27	14	1	40	27	14	1	40	27	14	1
MPS		0	0	0	52	0	0	0	52	0	0	52

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.12 | PMP arruela 2

Arruela 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	19	19	20	20	19	19	20	20	19	19	20	20
Estoque	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
MPS		19	19	20	20	19	19	20	20	19	19	20

Fonte: elaborada pelo autor.

Com base nas informações de quanto cada produto consome de cada centro produtivo (Tabela 3.13), chegamos à Tabela 3.14, que mostra os tempos necessários de produção, para produção das quantidades do PMP.

Tabela 3.13 | Consumo do centro produtivo por cada produto

	Paraf. 1	Paraf. 2		Arruela 1	Arruela 2
DEP. W	0,4	0,51	DEP. W	0,2	0,33
DEP. X	1,3	0,3	DEP. X	1,7	0,36
DEP. Y	3	0,33	DEP. Y	0,68	0,3
DEP. Z	0,7	0,26	DEP. Z	0,3	0,03

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.14 | Tempos necessários para atender PMP

Departamentos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	
X	34	12,2	12,2	12,6	111,4	13,4	13,4	14,1	115,5	13,4	13,4	14,1	115,5
Y	34	11,6	11,6	11,9	71,3	13	13	13,59	78,95	13	13	13,6	78,95

Fonte: elaborada pelo autor.

Antes de vermos um exemplo do cálculo das necessidades do PMP, vale ressaltar que analisaremos apenas os centros produtivos X e Y porque eles apresentaram restrições no momento da análise do RRP do planejamento agregado, vide Tabela 3.15, com os meses destacados.

Vamos ver o exemplo de cálculo do centro produtivo X, semana 1 (S4): PMP parafuso 1 (Tabela 3.9) x hora de consumo DEP. X (Tabela 3.13) + PMP parafuso 2 (Tabela 3.10) x hora de consumo DEP. X (Tabela 3.12) + PMP Arruela 1 (Tabela 3.11) x hora de consumo DEP. X (Tabela 3.13) + PMP Arruela 2 (Tabela 3.12) x hora de consumo DEP. X (Tabela 3.13) = $8 \times 1,3 + 18 \times 0,3 + 52 \times 1,7 + 20 \times 0,36 = 111,4$. Para facilitar, colocamos um ponto (.) em cada campo utilizado no cálculo.

O cálculo da Tabela 3.15, apresentada a seguir, utiliza a mesma lógica demonstrada na Seção 2.4 (MRPII), ou seja, dividem-se as horas necessárias pelas horas disponíveis. No exemplo do PMP, as horas disponíveis são por semana, que no exemplo da Metalúrgica Moreira representa: 5 dias x 8 horas diárias x 85% de eficiência = 34 horas semanais.

Tabela 3.15 | Cálculo das necessidades x disponibilidade de capacidade

Departamentos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	
X	34	36%	36%	37%	328%	40%	40%	41%	340%	40%	40%	41%	340%
Y	34	34%	34%	35%	210%	38%	38%	40%	232%	38%	38%	40%	232%

Fonte: elaborada pelo autor.

Veja que o departamento X está com falta ou estouro de capacidade nas semanas 4, 8 e 12. A partir dessa análise, deve-se buscar estratégias para atender a demanda da melhor forma possível. Não há a uma fórmula pronta que resolva os problemas de falta de capacidade, esse é um processo de tentativa e erro e muitas simulações. Por exemplo, é possível se perceber que, nos PMPs apresentados, o parafuso 1 e a arruela 1 estão planejados apenas para as semanas 4, 8 e 12, comprometendo a capacidade nessas semanas e deixando ociosas outras semanas.

Uma primeira simulação pode ser a de distribuir o PMP desses produtos nas demais semanas, como mostram as Tabelas 3.16 e 3.17. Os PMPs do parafuso 2 e da arruela 2 permanecem os mesmos:

Tabela 3.16 | PMP Parafuso 1 - distribuído nas semanas

Parafuso 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Estoque	20	20	19	18	17	16	19	22	21	20	23	26
PMP	2	2	2	2	2	2	6	6	2	2	6	6

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.17 | PMP Arruela 1 – distribuído nas semanas

Arruela 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Estoque	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
PMP	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

Fonte: elaborada pelo autor.

A Tabela 3.18: mostra como ficam as necessidades de capacidade em horas:

Tabela 3.18 | Necessidades de capacidade em horas

Departamentos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
X	34	36,9	36,9	37,3	37,3	38,1	38,1	44,0	44,0	38,1	38,1	44,0
Y	34	26,5	26,5	26,8	26,8	27,8	27,8	40,4	40,4	27,8	27,8	40,4

Fonte: elaborada pelo autor.

Na comparação das necessidades x disponibilidade, Tabela 3.19, a seguir, podemos ver que, principalmente, o departamento X está bastante comprometido, porém, com um percentual mais próximo da capacidade de produção da empresa. Há outras possibilidades de simulações, que não faremos aqui, mas que você pode praticar, por exemplo, melhorar a eficiência (de 85% para 90%), trabalhar com horas extras, subcontratar as horas faltantes etc.

Tabela 3.19 | Cálculo das necessidades x disponibilidade de capacidade

Departamentos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
X	34	109%	109%	110%	110%	112%	112%	129%	129%	112%	112%	129%
Y	34	78%	78%	79%	79%	82%	82%	119%	119%	82%	82%	119%

Fonte: elaborada pelo autor.

Uma vez combinado e validado o PMP com os responsáveis pelas diversas áreas/atividades da empresa, pode-se utilizar os sistemas MRPs, vistos nas Seções 2.3 e 2.4 e seu o módulo CRP – *Capacity Requirements Planning*.

Corrêa, Giansi e Caon (2001) ressaltam que no curtíssimo prazo ainda há problemas de capacidade não contemplados no planejamento, como quebra de máquina, falta de funcionários, assembleias etc. A recomendação dos autores é que o gerente de fábrica cuide desses assuntos pontualmente e que reporte em reuniões diárias que envolvem os responsáveis pela execução: PPCP, Manutenção, Movimentação de materiais, operadores das máquinas, entre outros.



Pesquise mais

Vimos que qualquer tipo de negócio necessita de um planejamento de capacidade. Hotéis e hospitais trabalham com número de leitos disponíveis, bancos e outros serviços planejam número de atendentes x cliente e se é necessário ter filas se planeja qual o espaço e recursos para organizá-las e deixar a vida dos clientes e usuários menos desconfortável, número de vagas em estacionamentos etc. Acesse o link <http://www.aedb.aedb.br/seget/artigos05/332_Planecapacidade.pdf> (acesso em: 28 nov. 2016) e veja um estudo que apresenta o planejamento de capacidade de um cemitério, ou seja, ele reforça que qualquer tipo de empresa deve planejar sua capacidade.

Pronto! Agora já temos material para praticarmos o planejamento da capacidade de recursos. Vamos ao nosso desafio de ajudar o pessoal da empresa Gomes e Gomes?

Sem medo de errar

Neste ponto, voltamos ao caso da empresa Gomes e Gomes, que forneceu as informações sobre duas famílias de produtos que passam por quatro departamentos ou centros produtivos. Sua tarefa

será apresentar os cálculos e a análise de capacidade para o Plano de Produção, ou seja, o RRP e cálculos e análise de capacidade dos recursos restritos do PMP, ou seja, o RCCP.

Você também fará uma simulação como exemplo das possibilidades que os gestores e planejadores devem pensar no momento de planejar a capacidade. Para atingir esses objetivos, seguiremos os seguintes passos:

Passo 1 – Calcular a ocupação (necessidade), em horas, de cada departamento com as informações do Plano de Produção.

Passo 2 – Calcular o RRP, comparando as necessidades, em horas, de cada mês com as horas disponíveis.

Passo 3 – Calcular a ocupação (necessidade), em horas, de cada departamento com as informações do PMP.

Passo 4 – Calcular o RCCP, comparando as necessidades, em horas, de cada semana com as horas disponíveis.

Passo 5 – Simular uma redistribuição dos PMPs ao longo das semanas.

Passo 6 – Calcular a ocupação (necessidade), em horas, de cada departamento com as simulações do PMP.

Passo 7 – Calcular o RCCP, com a simulação, comparando as necessidades, em horas, de cada semana com as horas disponíveis.



Atenção

Para solução, veja a sequência das Tabelas 3.5 a 3.19, de "Não pode faltar".

Em "Avançando na prática", há a solução de um problema semelhante. Mãos na massa e boa sorte!

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que podem ser encontradas no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

Fábrica de ferramentas FVM

Descrição da nova situação-problema

Laercio é um engenheiro que começou como estagiário na empresa FVM (acrônimo de "Faça você mesmo"), de produção e comércio de ferramentas, foi galgando postos na empresa até se tornar diretor industrial. Em 2010, a empresa estava muito mal, sofrendo com a concorrência externa, principalmente chinesa, e com muitas dívidas.

O ex-estagiário, que sempre foi arrojado e tinha algumas economias, decidiu entrar como sócio majoritário na empresa, e uma de suas primeiras ações foi rever e reforçar as atividades de PPCP, que praticamente não existiam na empresa. Com essa e outras ações, a empresa retomou o crescimento e está exportando para a América do Sul.

Nos dias atuais, a empresa tem um planejamento de longo prazo, que gera um Plano de Produção, transforma esse Plano em um Plano Mestre de Produção (PMP) e se utiliza de MRPs para gerar a lista de necessidade de materiais, CRP e controle das operações.

Acontece que os gestores da empresa acreditam que um ponto a melhorar é sobre a análise e o planejamento da capacidade da empresa, principalmente nos planejamentos de longo e médio prazo. Por isso, a decisão foi de te contratar para apresentar como são a lógica e os conceitos utilizados para planejar a capacidade de uma empresa.

Para você simular uma apresentação à equipe de projeto, a empresa forneceu informações sobre duas famílias de produtos (Canivetes e Alicates). Essas informações estão nas tabelas a seguir:

Tabela 3.20 | Participação dos produtos por família

	FAM. Canivetes			FAM. Alicates		
	Canivete 1 (10%)	Canivete 2 (90%)		Alicate 1 (40%)	Alicate 2 (60%)	
DEP. A	0,382	0,31	0,39	0,210	0,15	0,25
DEP. B	0,307	1,00	0,23	0,692	1,31	0,28
DEP. C	0,456	2,31	0,25	0,350	0,53	0,23
DEP. D	0,234	0,54	0,20	0,104	0,23	0,02

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.21 | Plano de produção – famílias canivetes e alicates

Família Canivetes	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prev. Demanda	120	145	145	180	180	120	120	100	160	180	200	145
Estoque	242	222	197	172	152	92	92	92	112	97	87	67
Produção	100	120	120	160	120	120	120	120	145	170	180	170

Família Alicates	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prev. Demanda	155	155	155	155	120	100	100	100	170	205	220	180
Estoque	120	120	120	125	130	130	150	170	190	180	155	115
Produção	155	155	160	160	120	120	120	120	160	180	180	180

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.22 | Plano Mestre de Produção dos produtos de cada família (12 semanas)

Canivete 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3
Estoque	25	22	19	16	25	21	17	13	32	28	24	21
PMP	0	0	0	12	0	0	0	22	0	0	0	22

Canivete 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	27	27	27	27	33	33	33	33	33	33	32	32
Estoque	217	212	207	202	197	188	179	171	163	154	145	138
PMP	22	22	22	22	24	24	25	25	24	24	25	25

Alicate 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	16	16	15	15	16	16	15	15	16	16	15	15
Estoque	48	32	16	1	48	32	16	1	48	32	16	1
PMP	0	0	0	62	0	0	0	62	0	0	0	64

Alicate 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	23	23	23	24	23	23	23	24	23	23	23	24
Estoque	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
PMP	23	23	23	24	23	23	23	24	23	23	23	24

Fonte: elaborada pelo autor.

Com base nas informações fornecidas, você vai descobrir se há gargalos no Plano de Produção. Se houver gargalo em algum departamento ou centro produtivo, você vai simular uma redistribuição do planejamento ao longo das semanas e analisar se ainda há gargalos.

Vamos juntos passo a passo?

Resolução da nova situação-problema

Passo 1 – Calcular a ocupação (necessidade), em horas, de cada departamento com as informações do Plano de Produção:

Departamentos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A	136	70,8	78,4	79,4	94,7	71	71	71	71	89	103	107
B	136	138	144	148	160	120	120	120	155	177	180	177
C	136	99,9	109	111	129	96,7	97	97	97	122	141	145
D	136	39,5	44,2	44,7	54,1	40,6	41	41	41	50,6	58,5	60,8

Ex.: Jan., DEP. A: Produção Fam. Canivetes (100) x Tempo consumido (0,382h) + Produção Fam. Alicates (155) x Tempo consumido (0,210) = 70,75h. (Arredondado para 70,8h).

Passo 2 – Calcular o RRP, comparando as necessidades, em horas, de cada mês com as horas disponíveis (136h):

Departamentos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A	136	52%	58%	58%	70%	52%	52%	52%	65%	76%	78%	76%
B	136	101%	106%	109%	118%	88%	88%	88%	114%	130%	132%	130%
C	136	73%	80%	81%	95%	71%	71%	71%	90%	103%	107%	103%
D	136	29%	33%	33%	40%	30%	30%	30%	37%	43%	45%	43%

Cálculo - Ex.: Jan. DEP. A: Necessidade (70,8h) / Horas disponíveis (136h) = 52%

Note que os departamentos B e C apresentam falta ou estouro de capacidade (em destaque), porque as necessidades são maiores do que a capacidade dos recursos, ou seja, maior que 100%.

Passo 3 – Calcular a ocupação (necessidade), em horas, de cada departamento com as informações do Plano Mestre de Produção. Nessa fase do planejamento, iremos trabalhar apenas com os departamentos B e C, porque são os centros produtivos com restrições e o PMP trabalha apenas com os departamentos com restrições:

Departamentos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	
B	34	11,5	11,5	11,5	105	12	12	12,19	115,7	11,96	12	12,2	118,3
C	34	10,8	10,8	10,8	71,6	11,3	11,3	11,54	95,45	11,29	11,3	11,5	96,51

Ex.: Semana 1 (S1), DEP. B: PMP Canivete 1 (0) * ocupação Canivete 1 (1h) + PMP Canivete 2 (22) * ocupação canivete 2 (0,23h) + PMP Alicate 1 (0) * ocupação Alicate 1 (1,31) + PMP Alicate 2 (23) * ocupação Alicate 2 (0,28) = 11,5h.

Passo 4 – Calcular o RCCP, comparando as necessidades, em horas, de cada semana com as horas disponíveis (34h):

Departamentos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	
B	34	34%	34%	34%	309%	35%	35%	36%	340%	35%	35%	36%	348%
C	34	32%	32%	32%	211%	33%	33%	34%	281%	33%	33%	34%	284%

Cálculo - Ex.: S1 DEP.B: Necessidade (11,5h) / Horas disponíveis (34h) = 33,8% (arredondado para 34%).

Passo 5 – Simular uma redistribuição dos PMPs ao longo das semanas. Apenas para os produtos Canivete 1 e Alicate 1, porque os PMPs solicitam produção nas semanas 4, 8 e 12:

Canivete 1		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda		3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3
Estoque	25	25	25	25	25	26	27	29	32	33	34	37	40
PMP		3	3	3	3	5	5	6	6	5	5	6	6

Alicate 1		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda		16	16	15	15	16	16	15	15	16	16	15	15
Estoque	48	47	46	47	48	47	46	47	48	48	48	49	50
PMP		15	15	16	16	15	15	16	16	16	16	16	16

Passo 6 - Calcular a ocupação (necessidade), em horas, de cada departamento com as simulações do Plano Mestre de Produção. Lembre-se: apenas para os departamentos B e C:

Departamentos		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
B	34	34,2	34,2	35,5	35,74	36,6	36,61	39,15	39,43	37,92	37,9	39,2	39,43
C	34	25,7	25,7	26,2	26,43	30,8	30,79	33,88	34,11	31,32	31,3	33,9	34,11

Passo 7 - Calcular o RCCP, com a simulação, comparando as necessidades, em horas, de cada semana com as horas disponíveis (34h):

Departamentos		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
B	34	100%	100%	104%	105%	108%	108%	115%	116%	112%	112%	115%	116%
C	34	76%	76%	77%	78%	91%	91%	100%	100%	92%	92%	100%	100%

Note que ainda há semanas em cinza, porém, a ocupação está mais próxima da disponibilidade.

Já temos material suficiente para apresentar aos gestores da empresa FVM. A partir desse ponto, eles precisam simular novas estratégias para atender às necessidades, com o menor custo possível.



Lembre-se

Para solução, veja a sequência das Tabelas 3.3 a 3.17 de "Não pode faltar".



Faça você mesmo

Que tal você continuar os estudos por conta própria? Quanto mais você praticar, maior será seu conhecimento sobre os temas apresentados, por isso, vamos ver a história da empresa Lapar.

A empresa Lapar produz elementos para fixação há mais de 30 anos e, nos últimos cinco anos, se especializou em atender produtos para projetos, em que o cliente participa ativamente do desenvolvimento do produto. Além desse tipo de atendimento, a empresa ainda trabalha com produtos produzidos em grande escala.

O Sr. Ricardo, dono da empresa, pediu a você para mostrar algumas técnicas de análise e planejamento de capacidade e, para isso, forneceu informações sobre duas famílias de produtos, os tempos de consumo de alguns departamentos e o PMP dos produtos.

Com o que você aprendeu sobre planejamento da capacidade, apresente ao Sr. Ricardo um RRP, um RCCP e alternativas de possíveis estratégias se houver estouro de capacidade.

	FAM Parafusos	Paraf. 1 (10%)	Paraf. 2 (90%)
DEP. W	0,50	0,40	0,51
DEP. X	0,40	1,30	0,30
DEP. Y	0,60	3,00	0,33
DEP. Z	0,30	0,70	0,26

	FAM Arruelas	Arruelas 1 (40%)	Arruelas 2 (60%)
DEP. W	0,28	0,20	0,33
DEP. X	0,90	1,70	0,36
DEP. Y	0,45	0,68	0,30
DEP. Z	0,14	0,30	0,03

Plano de Produção das famílias:

Família Parafusos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prev. Demanda	120	145	145	180	180	120	120	100	160	180	200	145
Estoque	242	222	197	172	152	92	92	112	97	87	67	92
Produção	100	120	120	160	120	120	120	120	145	170	180	170

Família Arruela	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prev. Demanda	155	155	155	155	120	100	100	100	170	205	220	180
Estoque	120	120	125	130	130	150	170	190	180	155	115	115
Produção	155	155	160	160	120	120	120	120	160	180	180	180

PMP dos produtos:

Parafuso 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3
Estoque	25	22	19	16	25	21	17	13	32	28	24	40
PMP	0	0	0	12	0	0	0	22	0	0	0	22

Parafuso 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	27	27	27	27	33	33	33	33	33	33	32	32
Estoque	217	212	207	202	197	188	179	171	163	154	145	138
PMP	22	22	22	22	24	24	25	25	24	24	25	25

Arruela 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	
Prev. Demanda	16	16	15	15	16	16	15	15	16	18	15	15	
Estoque	48	32	16	1	48	32	16	1	48	32	16	1	50
PMP	0	0	0	62	0	0	0	62	0	0	0	64	

Arruela 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prev. Demanda	23	23	23	24	23	23	23	24	23	23	23	24
Estoque	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
PMP	23	23	23	24	23	23	23	24	23	23	23	24

Algumas últimas informações sobre a empresa: trabalha 20 dias por mês (cinco dias por semana), em um turno de oito horas diárias e com 65% de eficiência.

Faça valer a pena

1. Você, que está acompanhando a disciplina desde o início, deve ter percebido que em cada nível de planejamento (estratégico, tático e operacional) e, conseqüentemente, para cada horizonte de planejamento (longo, médio e curto prazos), deve haver um planejamento de capacidade. Qual é o termo utilizado (e sigla) para planejamento de capacidade no nível estratégico e agregado que gera o Plano de Produção?

- RRP - *Resource Requirements Planning*.
- RCCP - *Rough Cut Capacity Planning*.
- MRP - *Material Requirement Planning*.
- CRP - *Capacity Resources Planning*.
- SFC - *Shop Floor Control*.

2. Qual dos tipos de disponibilidades possíveis deve ser considerado para efeito de planejamento da capacidade?

- Disponibilidade teórica.
- Disponibilidade real.
- Disponibilidade padrão.
- Disponibilidade total.
- Disponibilidade dos recursos humanos.

3. É possível conhecer o volume necessário para que a empresa deixe de ter prejuízos com determinada demanda e volumes de produção, e passe a ter lucros.

O texto-base descreve qual importante indicador para planejamento da capacidade?

- Índice de eficiência.
- Taxa de retorno do investimento.
- Acuracidade da previsão da demanda.
- Ponto de equilíbrio.
- Acuracidade de estoque.

Seção 3.2

Programação e sequenciamento da produção

Diálogo aberto

Olá, aluno! Vamos dar continuidade à nossa caminhada, que levará você a adquirir a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade; e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a realizar o planejamento da produção.

Nesta seção, conheceremos mais sobre programação e sequenciamento da Produção e, para praticarmos os conceitos e técnicas aqui aprendidos, continuaremos trabalhando com a empresa Gomes e Gomes, que produz componentes para empresas de Óleo e Gás, em um modelo Business to Business (B2B), ou de empresa para empresa. A empresa possui diferentes famílias de produtos, que trabalham em diferentes processos e diferentes perfis de demanda.

Com o objetivo de entender mais sobre programação e sequenciamento de produção, o Sr. Ananias, dono da empresa, e seus gestores pediram que você mostre como trabalhar com produtos que operam com sistemas produtivos em massa e por projeto, e para isso forneceu informações sobre o produto Camisa V214, de uma família com pouca variedade de oferta e alto volume de demanda (produção em massa), que trabalha 480 minutos por dia (8 horas). As informações sobre o número de operações e seus tempos de execução estão na Tabela 3.23.

Tabela 3.23 | Operações sequenciais e tempos unitários (em minutos)

Operação 1	Operação 2	Operação 3	Operação 4	Operação 5	Operação 6
0,1 min.	1,1 min.	0,8 min.	0,9 min.	1,5 min.	0,5 min.

Fonte: elaborada pelo autor.

São produzidas 220 unidades/dia (demanda) desse produto, e sua missão será apresentar os cálculos importantes para a programação e o sequenciamento da produção. Você apresentará limites de capacidade, uma sugestão de número de postos de trabalho e índice de eficiência (utilização) necessário para atender essa demanda.

A empresa também trabalha com produtos desenvolvidos especialmente para um cliente, que precisará apenas de uma peça e não voltará a solicitá-la novamente. Eles ouviram que um diagrama de rede pode auxiliar muito na gestão visual do projeto e gostariam de ver como se faz. Para isso, forneceram as informações sobre um sistema de suspensão, com suas atividades e duração, vide Tabela 3.24, a seguir:

Tabela 3.24 | Atividades necessárias para conclusão do sistema de suspensão

Atividade	Dependência	Nós	Duração/dias
A		1-2	12
B		1-3	8
C	B	3-5	9
D	A	2-4	7
E	A	2-5	11
F	C e E	5-6	7
G	D	4-6	6

Fonte: elaborada pelo autor.

Você apresentará a eles um diagrama de rede, utilizando a técnica de programação e sequenciamento PERT/CPM e o caminho crítico para se concluir o projeto.

Em "Não pode faltar", veremos as técnicas de programação e sequenciamento da produção mais utilizadas para os diferentes sistemas produtivos.

Bons estudos!

Não pode faltar

Olá, aluno! Estamos cada vez mais perto da operação. Iniciamos nossa jornada com o planejamento estratégico e agregado, que gera o Plano de produção; descemos um nível hierárquico e vimos o Planejamento Mestre de Produção, que trabalha com horizonte de planejamento de médio prazo e com demandas detalhadas dos produtos acabados.

Vimos que em cada etapa do planejamento há a necessidade de se analisar e planejar a capacidade dos recursos da empresa e que, no curtíssimo prazo de programação, o *Shop Floor Control* (métodos e sistemas utilizados para sequenciar, priorizar e rastrear as atividades operacionais) pode auxiliar no sequenciamento da produção, com os objetivos de implementar um programa de produção que atenda ao PMP, com o menor custo possível. Esse é exatamente o tema dessa seção: programação e sequenciamento da produção.

De acordo com Tubino (2006), a programação da produção pode ser dividida em três grupos: 1. a administração dos estoques é encarregada de planejar e controlar os estoques do sistema produtivo, definindo tamanho de lotes, modelos de reposição e estoques de segurança; 2. escolhida e aplicada uma sistemática de administração dos estoques, serão geradas as necessidades de compras (encaminhadas para o setor de compras) e de fabricação e montagem dos itens para atender ao PMP, que precisam passar por um sistema produtivo com limitações de capacidade (capacidade finita); 3. a adequação do programa gerado aos recursos disponíveis (máquinas, homens, instalações etc.) é função do sequenciamento da produção, principal tema dessa seção.

Você se lembra quando vimos os tipos de sistemas produtivos lá na Seção 1.2? Pois bem, naquele momento ressaltamos que eles influenciam diretamente a administração dos estoques, as necessidades de compras, produção e montagem e o sequenciamento da produção. A Tabela 3.25 vai refrescar sua memória sobre as características dos sistemas produtivos.

Tabela 3.25 | Características dos sistemas produtivos e estratégias de atendimento/estoque

	Contínuo	Repetitivo em massa	Repetitivo em lotes	Projetos
Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta
Layout	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
Tempo de Setup	Alto	Alto	Baixo	Por projeto
Capacidade ociosa	Baixa	Baixa	Baixo	Alta
<i>Lead times</i>	Baixo	Baixo	Média	Alta
Fluxo de informações	Baixo		Médio	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário
Importância de sequenciamento da produção	Baixa	Baixa	Alta	Alta
Estratégia de atendimento/estoque	<i>Make to stock</i>	<i>Make to stock</i>	<i>Make to stock</i> ou <i>Make to order</i>	<i>Make to order</i> e/ou <i>Make to engineering</i>

Fonte: adaptada de Tubino (2006).

Como você pode ver, o tipo de sistema produtivo contínuo, de difícil contagem (líquidos, fibras, gases etc.) opera com altos volumes de produção e pequena variedade de produtos. Essa combinação faz com que a programação e sequenciamento de produção aconteça apenas no nível do produto acabado (PMP), definindo seus volumes de produção, normalmente em lotes únicos para um período, e seus estoques de abastecimento (MP) e distribuição (PA). Ou seja, o foco é na função de administração de estoques ou logística, e não no sequenciamento da produção.

Os sistemas de produção em massa também operam com altos volumes e baixa variedade de produção, porém, identificáveis individualmente (cada produto ou lote pode ser contado), e por isso o foco, também, é na administração dos estoques ou logística. Porém, nesse tipo de sistema, é preciso se definir os ritmos de trabalho ou tempo de ciclo (TC) dos postos da linha de montagem. A definição do TC é importante para o balanceamento da linha ou balanceamento das rotinas de operações-padrão (ROP), que pode ser entendido como o sequenciamento dos postos de trabalho e

visa tirar o máximo de produtividade e sincronismo dos recursos. Por estar focado na montagem dos produtos acabados, esse sistema tem grande preocupação com o sequenciamento, emissão e liberação de ordens de produção de componentes para cada posto de trabalho. Vamos ver um exemplo?

O maior sucesso de vendas e produção da empresa TUDOTECNO é o tablete T406, que é montado em uma linha que trabalha 480 minutos por dia (8 horas) a partir de seis operações sequenciais, com os seguintes tempos unitários:

Tabela 3.26 | Operações sequenciais e tempos unitários (em minutos)

Operação 1	Operação 2	Operação 3	Operação 4	Operação 5	Operação 6
0,8 min.	1,0 min.	0,5 min.	1,0 min.	0,5 min.	0,7 min.

Fonte: elaborada pelo autor.

Obs.: os tempos das operações consideram a movimentação do material, ou seja, a entrada e saída do material da operação, seja ela uma máquina ou operação manual.

Nós vamos calcular:

1. Os limites inferior e superior de capacidade.
2. O tempo de ciclo para uma demanda de 240 unidades/dia.
3. O número mínimo de postos de trabalho.
4. Quais operações compõem cada posto de trabalho.
5. O índice de eficiência (utilização).

1. Cálculo dos limites de capacidade:

$$CP = \frac{TP}{TC}$$

CP = capacidade de produção/dia.

TP = tempo disponível para produção/dia.

TC = tempo de ciclo em minutos por unidade (tempo necessário de produção para atender uma demanda, por exemplo, 2 peças por minuto ou 120 peças por hora).

Limite inferior = soma dos tempos das operações (0,8+1,0+0,5+1,0+0,5+0,7 = 4,5 min.).

$$CP_{\text{inferior}} = \frac{TP}{TC} \rightarrow \frac{480\text{min.}}{4,5\text{min.}} \rightarrow 106,6 \approx 107 \text{ unidades/dia}$$

No limite inferior considera-se que uma peça só tem início quando a peça anterior concluiu todas as operações necessárias, sem estoques intermediários entre uma operação e outra.

Limite superior = maior dos tempos individuais das operações.

$$CP_{\text{superior}} = \frac{TP}{TC} \rightarrow \frac{480\text{min.}}{1,0\text{min.}} = 480 \text{ unidades/dia}$$

Limite superior é quando se considera o maior tempo entre as operações (operação gargalo) como o limite. Quando se trabalha com esse tipo de sequenciamento é essencial que a operação gargalo esteja sempre abastecida, mesmo que sejam necessários estoques intermediários.

2. Cálculo do tempo de ciclo.

$$TC = \frac{TP}{D}$$

D = Demanda prevista por dia.

TP = Tempo disponível para produção/dia.

TC = Tempo de ciclo em minutos por unidade.

$$TC = \frac{480\text{min}}{240} = 2 \text{ minutos por unidade}$$

Tempo de ciclo é o tempo (máximo) em que a peça necessita ficar pronta para atender a demanda prevista ou de carteira.



Exemplificando

Muitos trabalhadores recebem seus salários no 5º dia útil de cada mês e a demanda nas agências aumentam significativamente. Há três atendentes que trabalham 8 horas por dia, ou seja, há disponibilidade de 8 horas x 3 atendentes/dia = 24h/dia (1.440 min.). Como nesses dias passam pelos atendentes 480 clientes, significa que a cada três minutos um cliente deve ser atendido (TC – Tempo de Ciclo).

3. Cálculo do número mínimo de postos de trabalho:

$$N_{\text{mínimo}} = \frac{\sum t}{TC}$$

$N_{\text{mínimo}}$ = Número mínimo de postos de trabalho.

t = tempo de cada operação.

TC = Tempo de ciclo.

$$N_{\text{mínimo}} = \frac{4,5}{2,0} \rightarrow 2,25 \text{ ou } 3 \text{ postos de trabalho}$$

Nos clássicos tempos da produção em massa, de Ford, os operadores exerciam sempre a mesma função, eram especialistas e, muitas vezes, nem mesmo sabiam qual era o produto final que saía da linha de montagem. Com a disseminação do sistema Toyota de produção, os operadores se tornaram polivalentes, ou seja, são capazes de exercer diferentes atividades em uma mesma linha de montagem e, às vezes, em outras linhas.

Nesse exemplo são necessários três postos de trabalho para executar seis operações, o que significa que dois operadores exercem mais de uma função na linha de montagem. O importante quando se trabalha com os conceitos do sistema Toyota é desenhar o layout de maneira que os operadores possam exercer mais de uma atividade.

4. Montagem dos postos de trabalho:

Posto 1 = operação 1 + operação 2 = 0,8 + 1,0 = 1,8 min.

Posto 2 = operação 3 + operação 4 = 0,5 + 1,0 = 1,5 min.

Posto 3 = operação 5 + operação 6 = 0,5 + 0,7 = 1,2 min.

A junção das operações deve ser sequencial e não pode ultrapassar o tempo de ciclo.

Figura 3.3 | Divisão dos postos de trabalho



Fonte: elaborada pelo autor.

5. Índice de eficiência (utilização) (vimos na Seção 3.1) - disponibilidade real x dispon. padrão

$$I_{\text{eficiência}} = 1 - \left(\frac{\sum \text{tempo livre}}{N \times TC} \right)$$

$I_{\text{eficiência}}$ = Índice de eficiência da alternativa.

tempo livre = Tempo de ciclo menos o tempo de cada posto, ou seja, "folga" entre tempo necessário e tempo real de produção.

N = Número de postos de trabalho.

$$I_{\text{eficiência}} = 1 - \left(\frac{(2,0-1,8)+(2,0-1,5)+(2,0-1,2)}{3 \times 2,0} \right)$$

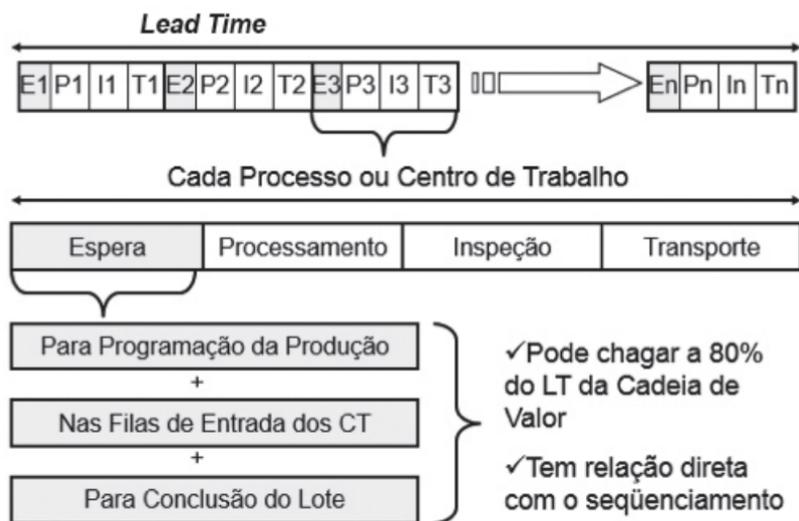
Desta forma, o resultado é de 0,75 ou 75% de eficiência.

Com essas informações, os programadores e gestores da fábrica podem tomar decisões sobre o melhor layout e sequenciamento das operações.

Veremos agora os processos repetitivos em lotes. Tubino (2006) afirma que esses processos se caracterizam pela produção de um volume médio de itens padronizados em lotes. Cada lote de itens ou ordem de fabricação segue seu roteiro de operações a ser executado em diferentes centros de trabalho. Quando os lotes chegam ao centro de trabalho subsequente devem ser priorizados de forma a estabelecer a sequência em que os recursos serão carregados.

Estes sistemas produtivos são relativamente flexíveis, empregando equipamentos menos especializados, agrupados em centros de trabalho (ou departamentos), que atendem volumes variados de pedidos dos clientes internos, como linhas de montagem da própria empresa ou dos clientes externos (mercado). Para o melhor sequenciamento das ordens desse tipo de sistema produtivo é necessário que se considerem quatro tempos: a) tempo de espera – tempo em que os lotes aguardam sua vez para serem processados no centro de trabalho; b) tempo de processamento – tempo gasto com a transformação do item (o único tempo que agrega valor); c) tempo de inspeção – tempo despendido para verificar se o item produzido está de acordo com as especificações; d) tempo de transporte – tempo empregado para movimentar o item. A Figura 3.4 mostra como o sequenciamento e formação desses *lead times*.

Figura 3.4 | Sequenciamento e formação dos lead times produtivos



Fonte: Tubino (2006).

As regras de sequenciamento dos processos repetitivos em lotes já foram apresentadas na Seção 2.4. Para refrescar sua memória a Tabela 3.27 é a mesma apresentada naquela seção.

Tabela 3.27 | Regras de sequenciamento em processos em lotes

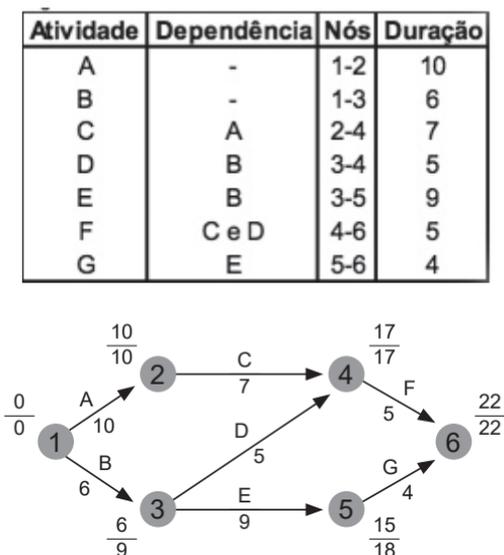
Sigla	Especificação	Definição	Vantagens	Desvantagens
PEPS	Primeira que entra primeira que sai.	Os lotes serão processados de acordo com sua chegada no recurso.	Forma justa de atendimento, minimiza reclamações.	Não considera urgência ou datas prometidas, pode não ter rapidez e flexibilidade de entrega.
MTP	Menor tempo de processamento.	Os lotes serão processados de acordo com menores tempos de processamento no recurso.	Retorno financeiro mais rápido.	Pode afetar negativamente a produtividade e prejudicar clientes.
MDE	Menor data de entrega.	Os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega.	Melhora a confiabilidade de entrega.	Pode afetar negativamente a produtividades.
PI	Índice de prioridade.	Os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto.	Clientes preferenciais satisfeitos.	Pode afetar negativamente a produtividade e deixar clientes potenciais insatisfeitos.
ICR	Índice crítico.	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: (data de entrega - data atual) tempo de processamento.	Melhora a confiabilidade de entrega.	Pode afetar negativamente e produtividade.
IFO	Índice de folga.	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: tempo até a entrega - tempo de execução restante.	Melhora a confiabilidade de entrega.	Pode gerar estoques intermediários entre uma operação e outra.

Fonte: Tubino (2006).

O último processo que veremos é por projeto. Segundo Tubino (2006), nos processos por projeto o PPCP visa atender a demanda específica de um determinado cliente, que não se repetirá, sendo responsável pela alocação dos recursos, de forma a garantir a data de entrega combinada com o cliente. A técnica mais utilizada para planejar, sequenciar e acompanhar projetos é a PERT/CPM. Esta técnica permite que os administradores do projeto e os profissionais do PPCP tenham uma visão gráfica das atividades que compõem o projeto; uma estimativa de quanto tempo o projeto consumirá; uma visão de quais atividades são críticas para o atendimento do prazo de conclusão do projeto; uma visão de quanto tempo de folga se dispõe dentro das atividades não críticas, o qual pode ser negociado no sentido de reduzir a aplicação de recursos e, conseqüentemente, custos. Vamos ver como funciona essa técnica?

Primeiramente, elabora-se uma rede ou diagrama que represente as dependências entre todas as atividades que compõem o projeto, como mostra a Figura 3.5.

Figura 3.5 | Relacionamentos das atividades de um processo por projetos



Fonte: Tubino (2006).

O diagrama é formado por: Setas – atividades do projeto que consomem recursos e/ou tempo; Nós – momento de início e fim das atividades (representado por círculos); Eventos – pontos no tempo que demarcam o projeto e não consomem recursos ou tempo; Nome da atividade aparece em cima da seta e sua duração embaixo; A direção da seta caracteriza o sentido de execução da atividade; Caminho: ligação existente entre o nó inicial e o nó final.

O nó 1 representa o início do projeto e o nó 6, o final do projeto. Por serem atividades independentes, as atividades A e B são ligadas no nó 1. As atividades G e F estão ligadas ao nó 6 (último nó) e representam o final do projeto. A atividade C depende da atividade A, assim, o nó de conclusão da atividade A é o mesmo nó de início da atividade C. A atividade F depende da conclusão das atividades C e D, por isso, o final das atividades C e D formam o nó 4, que marca o início da atividade F. Pegou o jeito?

Cada ligação entre o nó inicial e o nó final do projeto forma o caminho. No nosso exemplo, há três caminhos (1-2-4-6), (1-3-4-6) e (1-3-5-6). O período de tempo para percorrer cada um destes caminhos é o somatório dos tempos individuais de cada atividade pertencente ao caminho. O caminho que tem o maior tempo é conhecido como caminho crítico e merece atenção especial, assim como ocorre com as operações gargalo dos processos em lotes. No diagrama da Figura 3.5, o caminho crítico é o que envolve as atividades **A**, **C** e **F**. As atividades que não fazem parte do caminho crítico têm folgas e podem até sofrer algum atraso, desde que não ultrapasse o tempo do caminho crítico. O caminho crítico e as folgas podem ser calculados, como veremos a seguir.

Para cada nó ou evento de uma rede pode-se calcular o início cedo ou tarde das atividades a ele ligadas. Eles são representados como uma fração, onde cedo é o numerador e tarde o denominador (vide Figura 3.5)

Cedo: tempo necessário para que o evento seja atingido. Valor máximo entre todos os valores dos tempos de conclusão das atividades que chegam a esse evento. (Cedo do evento inicial + tempo de execução).



Exemplificando

Exemplificando o cálculo dos Cedos com os valores da rede da Figura 3.5. O primeiro evento (nó 1) tem seu Cedo = 0, pois é o início do projeto. O segundo evento (nó 2), como provém apenas da atividade A, tem seu Cedo $2 = 0 + 10 = 10$. Da mesma forma, o nó 3, que depende apenas da conclusão da atividade B, possui seu Cedo $3 = 0 + 6 = 6$. Já o nó 4, como possui duas atividades que necessitam estar concluídas, as atividades C e D, tem seu Cedo $4 = 17$, que é o maior valor entre $(10 + 7 = 17)$ e $(6 + 5 = 11)$. No nó 5, o valor do Cedo $= 6 + 9 = 15$ é calculado de forma simples. Finalmente, o nó 6 tem seu Cedo $= 22$, resultado do maior valor entre $(17 + 5 = 22)$ e $(15 + 4 = 19)$.

Tarde: última data de início das atividades que partem desse evento de forma a não atrasar a conclusão do projeto. Valor mínimo entre todos os valores dos tempos de início das atividades que partem deste evento (Tarde do evento onde a atividade chega – tempo de execução).



Exemplificando

O cálculo dos Tardes com os valores da rede da Figura 3.5. Partindo do princípio de que o Tarde do evento final (nó 6) é igual ao seu Cedo $= 22$, ou seja, pretende-se terminar o projeto na primeira oportunidade disponível. A lógica de cálculo dos Tardes é ir do final (nó 6) para o início (nó 1) da rede. Desta forma, fixado o valor de 22 para o Tarde do nó 6, no nó 5 o valor do Tardes é de 18, obtido fazendo-se o cálculo de $(22 - 4 = 18)$, ou seja, subtraindo-se do Tarde do evento final da atividade G, a sua duração de 4 unidades de tempo. Para o nó 4 se procede da mesma forma, ou seja, o Tarde $4 = 22 - 5 = 17$. No nó 3 há uma situação em que duas atividades partem deste nó; logo, o Tarde 3 será o menor valor entre $(18 - 9 = 9)$ e $(17 - 5 = 12)$, ou seja, 9. Para o nó 2, a situação é novamente simples, o Tarde $= 17 - 7 = 10$. Finalmente, para o nó inicial, como seria esperado, dado que se convencionou que o Cedo $6 =$ Tarde $6 =$ O Tarde $1 = 0$, sendo o menor valor entre $(10 - 10 = 0)$ e $(9 - 6 = 3)$.



Pesquise mais

É preciso praticar essa sequência para pegar o jeito. Há alguns vídeos na internet que podem auxiliar. Um bom exemplo está disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Dhuk3g5BFU0>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

Pode-se definir, para cada atividade integrante de um projeto, quatro tempos que se referem às datas de início e término da atividade: **PDI** (primeira data de início): data mais cedo que uma atividade pode iniciar; **PDT** (primeira data de término): data mais cedo que uma atividade pode ser concluída; **UDI** (última data de início): data mais tarde que uma atividade pode ser iniciada; **UDT** (última data de término): data mais tarde que uma atividade pode ser concluída; **TD** (tempo disponível): intervalo de tempo entre PDI e UDT.



Exemplificando

Cálculo da atividade D da Figura 3.5:

$$\text{PDI} = \text{Cedo}_3 = 6;$$

$$\text{PDT} = \text{Cedo}_3 + t = 6 + 5 = 11;$$

$$\text{UDI} = \text{Tarde}_4 - t = 17 - 5 = 12;$$

$$\text{UDT} = \text{Tarde}_4 = 17.$$

A partir da definição dessas datas, pode-se calcular um conjunto de folgas para cada atividade. Antes, porém, cabe definir o que é tempo disponível, ou TD, de uma atividade. O TD é o intervalo de tempo que existe entre a PDI e a UDT de uma atividade, ou seja, é o maior intervalo de tempo que uma atividade dispõe para ser realizada, sem alterar o Cedo do evento inicial nem o Tarde do evento final. No exemplo da atividade D, o $\text{TD} = 17 - 6 = 11$.

Para cada atividade constante de um projeto pode-se definir quatro tipos de folgas, sendo que a primeira, a folga total, é a mais importante: Folga total (FT) = $\text{TD} - t$: atraso máximo da atividade sem alterar a data final de conclusão; Folga livre (FL) = $(\text{Cedof} - \text{Cedoi}) - t$: atraso máximo da atividade sem alterar a data Cedo do seu evento final; Folga dependente (FD) = $(\text{Tarde}_f - \text{Tarde}_i) - t$: período para realização

da atividade iniciando no Tarde do evento inicial e não ultrapassando o Tarde do evento final; Folga independente (FI) = (Cedof – Tardei) – t: período para realização da atividade iniciando no Tarde do evento inicial e não ultrapassando o Cedof do evento final. Caminho crítico: sequência de atividades que possuem folga total nula. A Tabela 3.28 apresenta o cálculo das folgas para a rede da Figura 3.5.

Tabela 3.28 | Cálculo das folgas do projeto

Atividade	t	Cedof		Tardei		FT	FL	FD	FI
		i	f	i	f				
A	10	0	10	0	10	0	0	0	0
B	6	0	6	0	9	3	0	3	0
C	7	10	17	10	17	0	0	0	0
D	5	6	17	9	17	6	6	3	3
E	9	6	15	9	18	3	0	0	0
F	5	17	22	17	22	0	0	0	0
G	4	15	22	18	22	3	3	0	0

Fonte: Tubino (2006).

O caminho crítico pode ser resultado dos cálculos dos tempos de cada atividade e, também, da análise das folgas. Veja que as atividades A, C e F não têm folga alguma, ou seja, não pode ocorrer atraso algum nessas atividades.



Pesquise mais

Nos links a seguir, há dois estudos sobre programação e sequenciamento da produção. Um estudo sobre produção por projeto e outro sobre lotes repetitivos: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0381.PDF> e <www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2005_3_Rafael.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2016.

Durante muito tempo, programação e sequenciamento da produção não eram temas de muita relevância para a alta direção das empresas. Porém, nos últimos anos, percebeu-se que, quanto melhor se utiliza os recursos, maior a rentabilidade.

Vamos, agora, praticar os conceitos e técnicas em "Sem medo de errar"?



Assimile

Na etapa do planejamento há a necessidade de se analisar e planejar a capacidade dos recursos da empresa e que, no curtíssimo prazo de

programação, o *Shop Floor Control* (métodos e sistemas utilizados para sequenciar, priorizar e rastrear as atividades operacionais) pode auxiliar no sequenciamento da produção, com os objetivos de implementar um programa de produção que atenda ao PMP, com o menor custo possível. Esse é exatamente o tema desta seção: programação e sequenciamento da produção.



Refleta

Você já se encontrou em situações do seu dia a dia, mediante várias atividades, onde não sabia o que fazer primeiro? Como priorizar e sequenciar?

Sem medo de errar

O Sr. Ananias e seus gestores nos forneceram algumas informações e gostariam de saber como programar e sequenciar a produção de um produto de um sistema produtivo em massa e de um produto de um sistema por projeto.

Para o produto de produção em massa, seguiremos os seguintes passos:

Para o produto de produção intermitente:

1. Calcular os limites de capacidade.
2. Calcular o tempo de ciclo.
3. Calcular o número mínimo de postos de trabalho.
4. Montar os postos de trabalho.
5. Calcular o índice de eficiência (utilização).

Para o produto por projeto:

1. Elaboraremos o diagrama de rede.
2. Determinaremos o caminho crítico.

Em "Não pode faltar", há um exemplo muito semelhante sobre produção em massa, e a Figura 3.5 pode auxiliar você na solução do diagrama de rede.

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com a de seus colegas.

Fábrica de ferramentas FVM

Descrição da situação-problema

Na seção anterior, vimos a história do Sr. Laercio e da empresa de produção de ferramentas FVM. Nesta seção, ele pediu que você apresente como programar e sequenciar o produto "chave de fenda", que tem alto volume de produção, máquinas dedicadas (produção em massa) e trabalha 480 minutos por dia (8 horas). Para isso, ele apresentou a sequência de operações da chave de fenda:

Operação 1	Operação 2	Operação 3	Operação 4	Operação 5	Operação 6
0,12 min.	1,0 min.	0,9 min.	1,4 min.	0,8 min	0,7 min.

Você vai calcular: a) os limites inferior e superior de capacidade; b) tempo de ciclo para uma demanda de 450 unidades/dia; c) o número mínimo de postos de trabalho; d) quais operações compõem cada posto de trabalho; e) o índice de eficiência (utilização).

Também, mostrou uma tabela com informações sobre uma ferramenta desenvolvida para uma empresa que customiza carros, pediu que você apresente essas informações em um diagrama de rede e quais as atividades que formam o caminho crítico.

Atividade	Dependência	Nós	Duração
A		1-2	14
B		1-3	9
C	A	2-4	10
D	B	3-5	7
E	A	2-5	11
F	D e E	5-6	8
G	C	4-6	7

Resolução da situação-problema

Primeiramente, o produto chave de fenda:

1. Cálculo dos limites de capacidade:

$$CP = \frac{TP}{TC}$$

CP = capacidade de produção/dia.

TP = tempo disponível para produção/dia.

TC = tempo de ciclo em minutos por unidade.

Limite inferior TC = soma dos tempos das operações 0,12 + 1,0 + 0,9 + 1,4 + 0,8 + 0,7 = 4,92 min.)

$$CP_{\text{INFERIOR}} = \frac{TP}{TC} = \frac{480\text{min.}}{4,92\text{min.}} = 97,56 \approx 98 \text{ unidades/dia}$$

$$CP_{\text{SUPERIOR}} = \frac{TP}{TC} = \frac{480\text{min.}}{1,4\text{min.}} = 342,86 \approx 343 \text{ unidades/dia}$$

2. Cálculo do tempo de ciclo:

$$TC = \frac{TP}{D}$$

D = Demanda prevista por dia.

TP = Tempo disponível para produção/dia.

TC = Tempo de ciclo em minutos por unidade.

$$TC = \frac{TP}{D} = \frac{480\text{min.}}{450} \rightarrow 1,06 \text{ minutos por unidade}$$

3. Cálculo do número mínimo de postos de trabalho:

$$N_{\text{mínimo}} = \frac{\sum t}{TC}$$

$N_{\text{mínimo}}$ = Número mínimo de postos de trabalho.

t = tempo de cada operação.

TC = Tempo de ciclo.

$$N_{\text{mínimo}} = \frac{4,92}{1,06} = 4,64 \Rightarrow 5 \text{ postos}$$

4. Montagem dos postos de trabalho:

Operação 1	Operação 2	Operação 3	Operação 4	Operação 5	Operação 6
0,12 min.	1,0 min.	0,9 min.	1,4 min.	0,8 min.	0,7 min.

Posto 1 = operação 1 + operação 2 = 0,12 + 1,0 = 1,12 min.

Posto 2 = operação 3 = 0,9 min.

Posto 3 = operação 4 = 1,4 min.

Posto 4 = operação 5 = 0,8 min.

Posto 5 = operação 6 = 0,7 min.

5. Índice de eficiência (utilização):

$$I_{\text{eficiência}} = 1 - \left(\frac{\sum \text{tempo livre}}{N \times TC} \right)$$

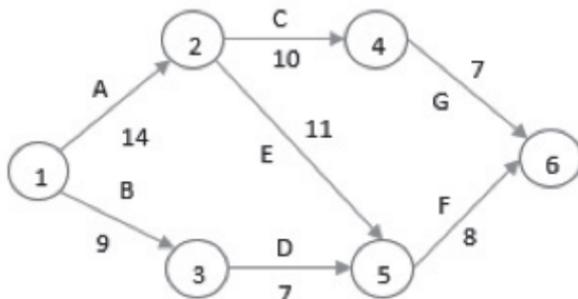
$I_{\text{eficiência}}$ = Índice de eficiência da alternativa.

tempo livre = Tempo de ciclo menos o tempo de cada posto, ou seja, "folga" entre tempo necessário e tempo real de produção.

N = Número de postos de trabalho.

$$I_{\text{eficiência}} = 1 - \left(\frac{(1,06-1,2)+(1,06-0,9)+(1,06-1,4)+(1,06-0,8)+(1,06-0,8)}{5 \times 1,06} \right) = 0,9433 \text{ ou } 94,33\%$$

Agora, vamos resolver o produto por projeto?



Caminho crítico

$$A (14) + E (11) + F (8)$$



Atenção

Em "Não pode faltar", há um exemplo muito semelhante sobre produção em massa, e a Figura 3.5 pode te auxiliar na solução do diagrama de rede.



Faça você mesmo

A empresa Lapar produz elementos para fixação há mais de 30 anos e, nos últimos 5 anos, se especializou em atender produtos para projetos, em que o cliente participa ativamente do desenvolvimento do produto. Além desse tipo de atendimento, a empresa ainda trabalha com produtos produzidos em grande escala.

O Sr. Ricardo forneceu informações sobre o produto em massa e por projeto, para que você apresente alternativas de programação e sequenciamento. Sua missão é apresentar tais soluções.

Produto de processo produtivo em massa:

A empresa trabalha 480 minutos por dia (8 horas)

Operação 1	Operação 2	Operação 3	Operação 4	Operação 5	Operação 6
0,10 min.	1,1 min.	0,7 min.	1,2 min.	0,5 min.	0,9 min.

Você vai calcular: a) os limites inferior e superior de capacidade; b) tempo de ciclo para uma demanda de 230 unidades/dia; c) o número mínimo de postos de trabalho; d) quais operações

compõem cada posto de trabalho; e) o índice de eficiência (utilização).

Sobre o produto por projeto foi apresentada a tabela a seguir. Você deve criar um diagrama de rede e mostrar o caminho crítico.

Atividade	Dependência	Nós	Duração
A		1-2	12
B		1-3	8
C	A	2-4	9
D	B	3-4	7
E	B	3-5	11
F	C e D	4-6	7
G	E	5-6	6

Faça valer a pena

- O tempo em que a peça necessita ficar pronta para atender a demanda prevista ou de carteira refere-se (à)ao:
 - Cedo do projeto.
 - Tarde do projeto.
 - Tempo de ciclo (TC).
 - Caminho crítico.
 - Folga.
- Qual é o tempo que o limite superior de capacidade considera em seu cálculo?
 - Tempo de *set up*.
 - Maior tempo em uma sequência de operações (operação gargalo).
 - Menor tempo em uma sequência de operações.
 - Somatória de todos os tempos de uma sequência de operações.
 - Tempo de espera.
- Nos sistemas produtivos por projeto, também se deve cuidar com atenção especial dos gargalos. Utilizando-se a técnica PERT/CPM, é possível conhecer o gargalo identificando o(a):
 - Cedo de início.
 - Cedo de término.
 - Folga total.
 - Caminho crítico.
 - Espera.

Seção 3.3

Liberação de ordens e acompanhamento da produção

Diálogo aberto

Olá, aluno! Vamos dar continuidade à nossa caminhada, que levará você a adquirir a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade; e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a utilizar o sistema de PPCP no chão de fábrica.

Na última seção, apresentamos ao Sr. Ananias, dono da empresa Gomes e Gomes de Óleo e Gás, e aos seus gestores como programar e sequenciar a produção. Eles gostaram da apresentação e já colocaram em prática algumas das recomendações. Porém, ainda não há uma sistemática formalizada de abertura de ordens de produção e controle da execução dessas ordens. O resultado é que, apesar de todos os esforços dos gestores da empresa, os resultados ficam aquém do esperado pelo Sr. Ananias e pelos clientes.

Seus maiores problemas acontecem com uma família de produtos sob encomenda, que não têm uma demanda regular, porém, quando esses produtos são demandados, os problemas de atraso de entrega são frequentes.

A programação, o sequenciamento e o controle da produção dessa família de produtos é semanal e, após a primeira semana de produção, verificou-se um grande número de peças segregadas, algumas já refugadas e outras que podiam ser retrabalhadas. Antes de se tomar qualquer ação corretiva e/ou preventiva, é necessário analisar os dados coletados durante o controle da produção.

Então, como gerar insumos para que o Planejamento, Programação e Controle da Produção da Gomes e Gomes de Óleo e Gás possa garantir a produção e o atendimento de seus clientes?

Essa será sua missão nesta seção: descrever como você acompanharia e controlaria os prazos de entrega das peças na produção, considerando que eventuais desvios influenciam diretamente no desempenho da produção e satisfação dos clientes.

Com o que aprenderemos em "Não pode faltar", vamos descrever para os gestores da empresa quais passos devem ser seguidos para melhorar a performance de entrega de seus produtos.

Preparado para o desafio? Bons estudos!

Não pode faltar

Olá, aluno! Vimos na última seção como programar e sequenciar as operações de uma fábrica, de acordo com as estratégias de gestão de estoques e dos sistemas produtivos vigentes na empresa. Vimos que, para sistemas de produção com alto volume de produção e pequena variedades de produtos (sistemas contínuos e de massa), o sequenciamento pode ser conduzido e controlado pela logística, e que, para sistemas produtivos de lotes repetitivos e sistemas por projeto, o PPCP deve utilizar técnicas mais sofisticadas de programação, sequenciamento e controle das atividades operacionais, com o objetivo de utilizar os recursos de forma otimizada, atendendo o PMP com o menor custo possível.

De acordo com Tubino (2006), ao ser escolhida e aplicada uma sistemática de administração dos estoques, serão geradas as necessidades de compras (encaminhadas para o setor de Compras) e de fabricação e montagem dos itens para atender ao PMP. Esse é o caminho que seguiremos nesta seção: como liberar as ordens de compras, produção e montagem e acompanhar a produção.

Começamos nossas atividades com o planejamento estratégico e agregado, vimos que ele é detalhado no Planejamento Mestre de Produção, que gera um Plano Mestre de Produção com as demandas dos produtos acabados. O MRP se encarrega de explodir as demandas dos produtos acabados nas necessidades de matérias-primas e componentes. Essas demandas são confrontadas com os recursos disponíveis (planejamento da capacidade) e encaminhadas para a operação/produção.

Em toda essa sequência, tratamos de planejamento e programação das atividades e, de acordo com Tubino (2006), a última atividade na esfera de programação do PPCP, antes do início da produção propriamente dita, consiste na emissão e liberação das ordens de fabricação, montagem e compras, que permitirão aos diversos setores operacionais da empresa executarem suas atividades de forma coordenada, no sentido de atender ao período congelado do plano mestre. Ainda de acordo com Tubino (2006), até serem emitidas e liberadas, as ordens são apenas planos que se pretendem cumprir. Uma vez formalizada a documentação e encaminhada aos seus executores, estas ordens entram em produção e os recursos e materiais necessários para a execução são alocados e movimentados para sua efetivação.

O recomendado é que, antes da liberação das ordens, os envolvidos no processo de produção dos produtos ou serviços façam reuniões semanais e/ou diárias para que se pronunciem sobre potenciais problemas para cumprimento das tarefas. Os gestores e operadores da produção, pessoal da manutenção, logística, TI, entre outros, devem informar sobre eventuais problemas, caso contrário, as ordens serão emitidas e liberadas.

Esse cuidado é necessário porque é antieconômico alterar ou cancelar uma ordem de produção já liberada; muitas vezes, o material já foi movimentado para próximo da máquina, o *setup* já foi preparado e desfazer todo esse trabalho pode ser muito caro. É o chamado período firme ou congelado de programação, porque não deve ser alterado.

Normalmente, o dimensionamento dos recursos humanos e máquinas fica por conta dos gestores de cada setor, uma vez que os recursos foram dimensionados nos planejamentos estratégico e tático. Já a verificação da disponibilidade de matérias-primas, peças componentes e eventualmente ferramentas é função que cabe ao PPCP realizar antes da liberação das ordens de fabricação e montagem. A verificação da disponibilidade desses itens geralmente é feita com auxílio dos registros de controle de estoques e de ferramentas do sistema de informações do ERP implantado.

As ordens de produção podem variar de acordo com o tipo ou tamanho da empresa e do tipo de sistema produtivo, mas,

normalmente, elas trazem o código do produto, quantidade a ser produzida, a lista técnica ou estrutura do produto e o roteiro de fabricação, uma numeração sequencial gerada pelo sistema e as datas de início e término de cada operação (vide Figura 3.6 a seguir); algumas ordens trazem, também, os centros produtivos ou departamentos. Nos sistemas produtivos por lotes repetitivos, costumam ser acompanhadas do desenho técnico do produto e instruções sobre produção/montagem, porém, nos sistemas contínuos e em massa, os desenhos técnicos costumam não ser necessários, porque os operadores já conhecem os produtos que serão fabricados. Muitas empresas ainda imprimem as ordens e entregam aos setores responsáveis pela produção, porém, cada vez mais as ordens de produção são geradas, mas não são impressas, ficando disponíveis em terminais instalados nos setores responsáveis pela produção.

Emitidas e liberadas as ordens, o sistema produtivo passará à etapa de execução do programa, e o PPCP iniciará suas atividades de acompanhamento e controle da produção.

Figura 3.6 | Exemplo de ordem de produção

Tipo Origem: O.P. Simples		Alvo:		ORDEM DE PRODUÇÃO			Código: 7045		O.M. Nº: 003896/16	
Produto: RETENTOR 01988BRG B NBR -				Prevista 5,25 ML		Final: 5,25 ML		Abertura: 30/03/16		Código do produto
Máquina										Página: 001/001
No da ordem										
Código	Qtde	Matéria Prima	Se por Emb.	Lote	Qt. Est.	Qt. Falta				
2101329	5,250	BOLHA DE PET B.P.S.66.13.02.01	1,00		156.748,000					
2101321	5,250	CARTELA C.PT.CA.VP.90.90.330.4X0	1,00		410.373,000					
SA07045	5,250	RETENTOR VULCANIZADO	1,00		2.637,000	2,613				
2104067	.21	CABA DE PAPELAO CP FAL CG33-480243-280	0,00		39.630,000					
6310016	5,250	MOLA AÇO C2.0X0,35X133,0X41,1 41,6	1,00		252.690,000					
Código	Operações	Data	HORAS							
			Início	Tér.	Total	Func.				
01	Emissão CM									
02	Separação Mola									
03	Montagem Mola									
04	Operação Injekt									
05	Produção Líder									
06	Conferência									
07	Fechamento CM									
08	Faturamento									
Estrutura do produto										
Roteiro de fabricação										

Fonte: elaborada pelo autor.

De acordo com Tubino (2006), o objetivo do acompanhamento e controle da produção é fornecer uma ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, identificando os desvios, sua magnitude e fornecendo subsídios para que os responsáveis pelas ações corretivas possam agir.



Você acredita que o controle da produção serve apenas para se encontrar erros ou desvios e punir os responsáveis?

De acordo com Falconi (2009), a finalidade do controle é assegurar que os resultados do que foi planejado, organizado e dirigido se ajustem tanto quanto possível aos objetos previamente estabelecidos. A essência do controle consiste em verificar se a atividade controlada está ou não alcançando os objetivos ou resultados desejados.

O propósito do controle é verificar se os resultados estão sendo obtidos e quais são as correções necessárias a serem feitas. A mensuração pode ser tanto um motivador como uma ameaça às pessoas. Quando focalizada nas falhas e erros, a mensuração impede de se enxergar o sucesso e as pessoas prestam atenção naquilo que é mensurado, perdendo boas oportunidades de se pronunciarem sobre possíveis melhorias de processo.

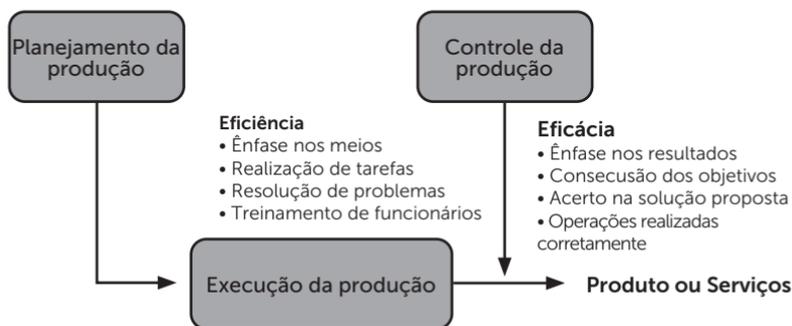
A frequência de controle das atividades e a correção dos desvios também são influenciadas pelo tipo de sistema produtivo. Na produção em sistemas produtivos contínuos e em massa, o controle deve ser por turno de trabalho, a cada hora, ou mesmo poucos minutos, porque a produção é rápida e muito tempo sem controle e conhecimento dos desvios pode significar o desperdício de muitos produtos. Nos produtos por projeto, o controle pode ser semanal, quinzenal ou mensal, dependendo do tempo de execução de cada atividade do projeto (a construção de um prédio residencial, montagem de uma plataforma de exploração de petróleo ou construção de um trecho do metrô). Entre esses dois extremos está o sistema produto repetitivo em lotes, que exige frequência de controle de acordo com o tamanho do lote de produção.

Tubino (2006) ressalta que, a não ser que os desvios sejam muito significativos, o replanejamento deve ser evitado, sendo empregado como último recurso pelo PPCP, pois sempre vale a pena exercer esforços para fazer validar os programas preestabelecidos, de forma que os desvios sejam absorvidos pelos estoques. Mudanças nos planos implicam em alterações em todo o fluxo produtivo, com reflexo por toda a empresa, bem como na cadeia de fornecimento.

Em muitas empresas, o PPCP tem responsabilidade direta e exclusiva pela identificação dos problemas que acarretam desvios em relação ao planejado, os setores produtivos apenas esperam instruções de como proceder para correção desses desvios. Porém, cada vez mais, os próprios operadores são treinados para detectarem desvios e, em conjunto com o PPCP e/ou engenharia de processos, tomarem ações de contenção e correção. Essa sistemática é eficaz porque detecta os desvios mais rapidamente e compromete todos os envolvidos nos processos produtivos na correção dos problemas. O mesmo tem acontecido com o apontamento das ordens de produção, o PPCP recolhe as ordens encerradas (produzidas) nos centros produtivos e digita em um terminal as informações de quantidades, tempo de execução das operações e refugo. Porém, atualmente, muitas empresas têm optado pelo próprio operador inserir tais informações no sistema, via digitação ou, o mais usual, via leitor óptico. Deixando com o PPCP a análise das informações e geração de indicadores de performance.

Mas o que deve ser controlado? Como pode ser visto na Figura 3.7, há dois tipos de controle:

Figura 3.7 | O controle como garantia da eficiência e eficácia



Fonte: elaborada pelo autor.

1. Controle de desempenho: é realizado à medida que as operações estão sendo executadas, buscando o alcance da EFICIÊNCIA (os meios).

2. Controle dos resultados: é realizado após as operações, busca o alcance da EFICÁCIA (os resultados).

É importante ressaltar que, normalmente, no controle de produção, se utiliza o controle de desempenho, porque as tarefas, atividades ou operações são acompanhadas em sua execução e, em algumas situações, o material ou serviço com desvio não avança para a próxima etapa do processo até que o problema seja solucionado.



Exemplificando

Na empresa ALLPACK, monta-se kits para motores de automóveis com, aproximadamente, 100 componentes, que utiliza até 12 operadores na montagem. A cada 50 kits, de um lote total de montagem de 1.000 kits (que levará seis horas para ser produzido), o controle da produção retira um da esteira para análise. Quando percebe a falta de algum componente do kit, a produção é interrompida e o componente repostado. Se o controle fosse feito apenas no final do lote, teria que se retrabalhar 1.000 kits ao invés de 50.

E como pode ser realizado o controle da produção? Não existe uma regra, e cada processo produtivo pode possuir suas peculiaridades, mas alguns métodos utilizados são:

- Controle visual: bastante utilizado para controle e gestão da produção (será abordado com mais profundidade na Seção 3.4). Exemplos, *Kanban*, quadro de gestão visual, Andon etc.).
- Controle total: controla-se todos os itens (100%).



Exemplificando

Na empresa "Diversão e Educação", há um processo de moldagem por sopro que apresenta muitos problemas de qualidade. Por esse motivo, todos os itens produzidos nesse processo são controlados e inspecionados. Veja como funcional no link: <https://www.youtube.com/watch?v=bu_QoXQUzJU>. Acesso em: 2 ago. 2016.

- Controle por amostragem: parcial, amostras escolhidas ao acaso ou por meio de técnicas estatísticas (Ex.: CEP – Controle Estatístico de Processos – e SKIP – Lote –, quando nem todos os lotes de produção são controlados).



Exemplificando

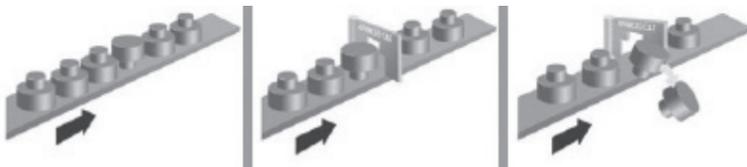
Ainda sobre o processo de modelagem por sopro da empresa "Diversão e Educação", foi feito um trabalho em conjunto entre os envolvidos no processo de fabricação da empresa e do fabricante da máquina, que surtiu excelentes resultados. Os problemas de qualidade foram reduzidos drasticamente e os gestores e profissionais do PPCP decidiram controlar um lote de fabricação por semana e não todos os itens, como acontecia anteriormente.

- Controle por exceção: sobre desvios ou discrepâncias, sobre erros ou falhas.



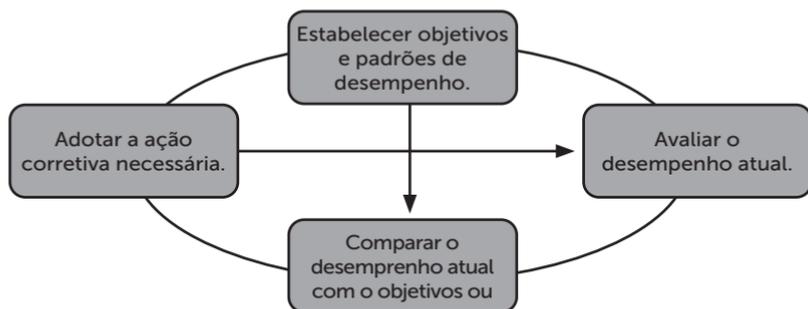
Exemplificando

Poka-yoke é um dispositivo desenvolvido pelo Sistema Toyota de Produção à prova de erros. Destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação e/ou na utilização de produtos, ele permite controle 100% através de controle físico ou mecânico. Há duas maneiras em que ele pode ser usado para corrigir erros: 1. **Método de controle:** quando é ativado, a máquina ou linha de processamento para, de forma que o problema possa ser corrigido; 2. **Método de advertência:** quando é ativado, um alarme soa ou uma luz sinaliza, visando alertar o trabalhador. Em qualquer das maneiras, o erro, ou a falha, (exceção) é tratado. Veja o desenho de um Poka-yoke:



O processo de controle apresenta quatro etapas ou fases, que formam um ciclo de melhoria contínua, conforme apresentado na Figura 3.8:

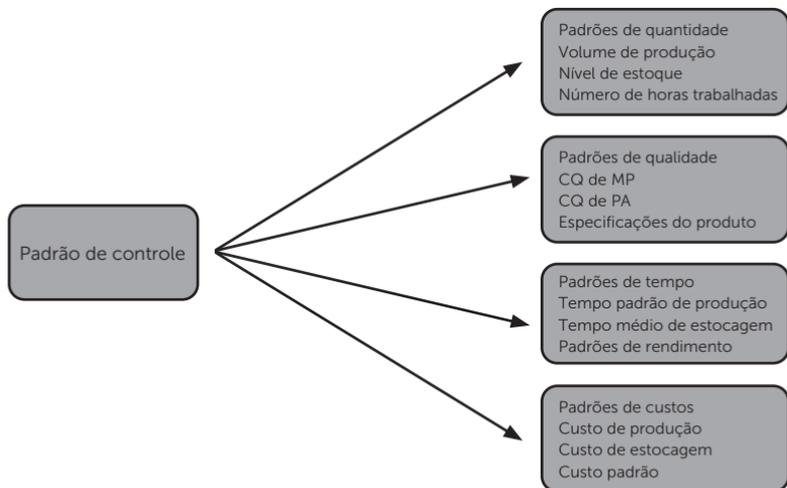
Figura 3.8 | Etapas do controle de produção



Fonte: elaborada pelo autor.

A primeira etapa, que serve como parâmetro para todas as demais, estabelece os padrões de desempenho. Mas o que é mesmo um padrão? Padrão é um nível de atividade estabelecido para servir como um modelo para a avaliação do desempenho da produção, significa um nível de realização ou de desempenho que se pretende tomar como referência. Os padrões funcionam como marcos que determinam se a atividade organizacional é adequada ou inadequada, ou como normas que proporcionam a compreensão do que se deverá fazer. A Figura 3.9 apresenta alguns tipos de padrão de controle possíveis em uma produção. Não há certo ou errado, o padrão adotado depende do tipo de empresa, tipo de gestão e elementos considerados mais importantes de serem controlados.

Figura 3.9 | Tipos de padrão de controle



Fonte: elaborada pelo autor.

Importante ressaltar que, mediante resultados que não atendam ao planejado, além da reprogramação da produção (atividade indesejada pelo PPCP, pois gera muitos retrabalhos e conflitos), é necessário o envolvimento das áreas relacionadas (operação - setor fabril, PPCP, logística, engenharias de processos e produtos) para identificar, analisar e solucionar problemas de forma sistemática e frequente (melhoria contínua). Para se alcançar os objetivos de melhoramento contínuo, Tubino (2006) afirma que as ferramentas de Gerenciamento e Controle da Qualidade, que começaram a ser utilizadas na década de 80, com métodos simples de identificação, análise e solução de problemas podem ser úteis.



Pesquise mais

O controle da produção deve ser criterioso e as ferramentas de análise e correções de desvios devem ser utilizadas, para que as empresas não percam todo o trabalho e investimento das fases de planejamento no momento da execução. Há um vasto material sobre o tema, que merece ser aprofundado, como o que consta no link: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v15n1/a05v15n1>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

Outra função importante do controle da produção é sobre a rastreabilidade dos produtos. A rastreabilidade permite seguir e localizar os produtos ao longo da cadeia produtiva, desde sua origem até o consumidor final. A Figura 3.10 apresenta o caminho de um alimento desde sua origem até a mesa do consumidor final.

Cada material recebido pela empresa deve estar identificado. Normalmente, há uma sequência numérica, a data de produção e/ou data de validade. Quando a ordem de produção é liberada, as matérias-primas e os componentes necessários para a produção são solicitados no almoxarifado. Esses materiais são transferidos para a área operacional seguindo uma regra de controle de lotes, por exemplo, o FIFO (*First In First Out*), ou PEPS em português (Primeiro que entra, primeiro que sai); LIFO (*Last In First Out*), priorização por cliente ou por faturamento. Esse lote é alocado (no jargão do PPCP – amarrado) à ordem de produção que o solicitou e, a partir desse momento, qualquer movimento que ocorrer com a ordem de produção será possível conhecer seu lote de origem. O produto final também receberá um lote de fabricação, que servirá para o rastreamento.

Figura 3.10 | Rastreabilidade de produto



Fonte: <<http://www.acura.com.br/rastreabilidade.php>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

Há inúmeras maneiras de identificar os produtos com seus respectivos lotes, por etiquetas impressas e coladas no produto e/ou embalagem de movimentação, lotes impressos diretamente no produto, marcações no produto, como marcação de animais, entre outros. Essas identificações são importantes durante o processo de transformação do produto porque podem conter informações sobre a data de validade e até vetar o avanço do material no processo, e importante quando há uma reclamação de cliente e o produto deve ser rastreado até sua origem. Normalmente, o ponto comum em todas essas informações é a ordem de produção.



Exemplificando

Algumas vezes, nos deparamos nos meios de comunicação com a informação de que uma montadora de automóveis pede que os compradores de um modelo de carro e uma determinada numeração de chassi procurem a concessionária mais próxima para recall. Recall significa que o produto será reparado ou trocado. O reparo nos veículos corretos somente é possível por meio da rastreabilidade.

Outro exemplo de rastreabilidade é sobre um caso em 2014 sobre o produto Toddynho, da empresa Pepsico. Veja a notícia vinculada no jornal Estadão, de agosto de 2014:

"A Pepsico do Brasil anunciou nesta sexta-feira, 15, que dará início ao recall do achocolatado Toddynho de um lote que apresenta sabor azedo e pode causar desconforto gastrointestinal. Segundo o comunicado da empresa, houve falha no processo de descarte de produtos fora

de especificação e o Toddynho, que estava bloqueado no centro de distribuição, acabou sendo distribuído no Estado do Rio Grande do Sul, principalmente na Grande Porto Alegre.

O produto que será recolhido vem em embalagem de 200 ml e faz parte do lote com marcações GRU L15 51 (intervalo de 23:04 a 23:46), com data de fabricação de 2/6/2014 e validade até 29/11/2014. Os consumidores que tiverem o produto devem entrar em contato com a empresa para fazer a troca do produto ou receber a devolução do dinheiro.”

(Fonte: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,pepsico-convoca-recall-de-toddynho,1544443>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

A definição sobre o lote a ser devolvido só foi possível por causa da rastreabilidade da produção, note que foi em um dia específico de fabricação, durante apenas 42 minutos.



Exemplificando

A empresa After Market produz mangueiras para automóveis e, em seu processo de fabricação, consome uma massa que deve ser utilizada em até 24 horas após ser produzida; depois desse prazo deve ser reprocessada. O PPCP programa a fábrica de maneira que os lotes da massa não ultrapassem esse tempo de 24 horas, porém, para se assegurar de que não entre na máquina massa com a data vencida (expirada), eles criaram uma tag (etiqueta) que é colada na embalagem da massa assim que é produzida. O operador foi treinado para, cada vez que entrar com a massa na máquina, uma extrusora verifique a data de validade. Se está vencida, é devolvida ao setor de origem.



Pesquise mais

Atualmente, muitas das identificações dos produtos são via código de barras, que podem ser lidos por leitores ópticos e há regras internacionais para utilização desses códigos de barras. O mais utilizado é o EAN 13, para identificação de produtos com leitura nos caixas do varejo no Brasil e no mundo.

Além de fornecer números exclusivos de identificação, os códigos padronizados também proporcionam informações adicionais, como data de validade, números de série e números de lote. Conheça mais acessando o link: <<https://www.gs1br.org/>>. Acesso em: 18 jul. 2016.



Emitidas e liberadas as ordens, o sistema produtivo passará à etapa de execução do programa, e o PPCP iniciará suas atividades de acompanhamento e controle da produção.

Vamos, agora, mostrar ao Sr. Ananias, da empresa Gomes e Gomes, como e em que momento liberar as ordens de produção e controlá-las? Veja em "Sem medo de errar".

Bons estudos!

Sem medo de errar

Chegamos ao ponto de recomendar aos gestores da empresa Gomes e Gomes como melhorar a performance de entrega de sua família de produtos sob encomenda. Lembrando que eles já fizeram sua "lição de casa" seguindo as etapas de planejamento, programação e sequenciamento da produção de acordo com a sequência apresentada desde a primeira seção do nosso livro didático.

O seu trabalho será apresentar as informações necessárias para liberação das ordens e controle da produção. Como e quais tipos e métodos de controles serão utilizados, os responsáveis pela coleta dos dados e frequência de análise dos dados. Para isso, você deverá seguir os seguintes passos:

Passo 1 – Analisar e decidir como será realizado o controle da produção. Procedimento de apontamento das ordens: apenas no final da produção do produto acabado ou a cada etapa do processo ou atividade. Quais informações serão apontadas: quantidades, refugos, tempo de produção etc.

Passo 2 – Analisar e decidir se os controles serão para medir eficiência ou eficácia ou ambos.

Passo 3 – Definir o(s) indicador(es) e fórmula de cálculo.

Passo 4 – Definir os responsáveis pela coleta e preenchimento dos dados.

Passo 5 – Definir se a coleta dos dados será a cada peça, etapa, lote de produção ou semanal ou mensal, por exemplo, e a frequência em que esses dados serão analisados e ações corretivas serão tomadas.

Ao final, espera-se que você prepare uma apresentação com estas informações e decisões, e lembre-se de justificar as escolhas.



Atenção

As primeiras decisões importantes sobre controle da produção referem-se ao tipo e método que serão adotados. Essa definição influencia nas demais ações e responsabilidade de controle de produção.

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

Indústria de calçados Conforto Total

Descrição da situação-problema

A empresa Conforto Total iniciou suas atividades há 12 anos e nesse tempo cresceu muito. Começou em uma garagem emprestada pelo sogro do dono da empresa e, hoje, produz seus calçados em uma área de 5.000 m², localizada em Paulínia, São Paulo. A boa notícia é que os calçados produzidos na empresa têm boa aceitação no mercado nacional e internacional (exporta para 12 países), porém, junto ao aumento das demandas, vieram também os problemas. A empresa investiu em um sistema ERP, em qualidade, equipamentos e em boas práticas de planejamento de produção, entretanto, tem sofrido com frequentes atrasos de produção e entrega.

Desde o planejamento até a programação e o sequenciamento das operações a empresa está estruturada, mas ainda tem problemas no momento de liberar as ordens de produção e controlar a execução dessa produção. Em uma pequena amostra coletada em um dos postos de trabalho, identificaram-se muitos problemas de desvios e refugos.

Para um controle mais efetivo da produção e tomadas de ações mais rápidas, o Gestor de PPCP apresentou ao Sr. Ricardo Moraes, dono da empresa, como pretende realizar o acompanhamento, respondendo às questões:

1. Como será realizado o controle da produção?
2. Qual(is) o(s) método(s) utilizado(s)?
3. O(s) indicador(es) irá(ão) medir eficácia ou eficiência? Explique.
4. Quem será o responsável pela coleta/preenchimento dos dados?
5. Com qual frequência será feita a coleta e análise dos dados?

Resolução da situação-problema

Passo 1 – Será realizado no final de cada etapa do processo, operação ou atividade. As ordens de produção serão recolhidas, as quantidades produzidas e tempos de produção apontados no sistema, assim como as quantidades de peças não conformes e refugos.

Passo 2 – Por se tratar do início do controle da produção, todos os itens produzidos serão controlados e inspecionados. Se depois de algum tempo de controle da produção os números mostrarem que, em alguns postos de trabalho, a qualidade e tempos de produção está dentro do padrão programado, pode-se adotar outros métodos, mais flexíveis, como controle por amostragem ou controle por exceção.

Passo 3 – Como o controle será em cada posto de trabalho, o indicador irá medir eficiência. A vantagem de se controlar cada etapa do processo é que, se houver algum desvio, ele pode ser corrigido antes de seguir para o próximo posto de trabalho ou processo. Esse procedimento evita que se perda tempo em dinheiro com um produto ou lote de produção com problema de qualidade, que será detectado apenas no fim dos processos.

Passo 4 – Por se tratar do início do controle da produção, o PPCP será responsável pela coleta e pelo preenchimento dos dados. Quando os procedimentos de coleta e preenchimento estiverem estabilizados, essas tarefas podem ser transferidas para o operador no próprio posto de trabalho.

Passo 5 – A coleta dos dados será a cada lote produzido, eventuais ações corretivas serão tomadas antes que o lote ou produto com desvio siga para o próximo posto de trabalho. A análise dos dados e ações preventivas serão diárias até que os processos se estabilizem. Depois, pode-se alterar a frequência.

Se essa sequência for seguida, com certeza os resultados irão melhorar com rapidez.



Atenção

As etapas do processo de controle apresentadas na Figura 3.8 podem auxiliar no entendimento da importância e sequências necessárias para o sucesso no controle de produção.



Faça você mesmo

A empresa Lapar produz elementos para fixação há mais de 30 anos, e nos últimos cinco anos, se especializou em atender produtos para projetos, em que o cliente participa ativamente do desenvolvimento do produto. Além desse tipo de atendimento, a empresa ainda trabalha com produtos produzidos em altos volumes.

Sua missão será apresentar ao Sr. Ricardo, dono da empresa e seus gestores:

1. Como será realizado o controle da produção?
2. Qual(is) o(s) método(s) utilizado(s)?
3. O(s) indicador(es) irá(ão) medir eficácia ou eficiência? Explique.
4. Quem será o responsável pela coleta/preenchimento dos dados?
5. Com qual frequência será feita a coleta e análise dos dados?

Faça valer a pena

1. O recomendado é que, antes da liberação das ordens, os envolvidos no processo de produção dos produtos ou serviços façam reuniões semanais e/ou diárias para que se pronunciem sobre potenciais problemas para cumprimento das tarefas.

Qual é o principal motivo pelo qual Tubino (2006) recomenda reuniões frequentes antes da liberação das ordens de produção?

- a) Porque as matérias-primas necessitam ser compradas.
- b) Para verificar se há recursos suficientes.
- c) Porque é antieconômico alterar a programação após liberação das ordens.
- d) Para analisar o plano de produção.
- e) Para analisar o PMP.

2. Qual(is) é(são) o(s) principal(is) objetivo(s) de se controlar a produção?

- a) Fornecer uma ligação entre o planejamento e a execução e identificar eventuais desvios.
- b) Verificar se o plano de produção foi bem preparado.
- c) Analisar os recursos humanos e máquinas.
- d) Analisar a quebra das máquinas.
- e) Acompanhar o desempenho da manutenção.

3. Permite seguir e localizar os produtos ao longo da cadeia produtiva, desde sua origem até o consumidor final.

O texto-base refere-se a qual importante função do controle da produção?

- a) Liberação da ordem de produção.
- b) Análise de capacidade.
- c) Gestão da demanda.
- d) Rastreabilidade.
- e) Itens não conformes.

Seção 3.4

Sistemas de controle de produção

Diálogo aberto

Olá, aluno! Vamos dar continuidade à nossa caminhada que levará você a adquirir a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade; e a **competência técnica**, que envolve conhecer e estar apto a utilizar o sistema de PPCP no chão de fábrica.

Nesta seção, o Sr. Ananias, da empresa Gomes e Gomes, pediu que você recomendasse alguns indicadores que pudessem auxiliar o seu pessoal de PPCP e operações no controle da produção. Estes indicadores deverão ser capazes de monitorar índices de qualidade dos produtos e processos, utilização e desempenho dos recursos. Indicadores com pouca complexidade para quem faz e de fácil interpretação para qualquer nível hierárquico da empresa.

Os gestores da empresa têm muitos dados prontos, porém, não transformam esses dados em informações importantes para tomada de decisão. Você teve acesso a esses dados e decidiu trabalhar com um dia de trabalho de um posto operacional como exemplo para os demais postos. As informações das Tabelas 3.29, 3.30 e 3.31 são aquelas que serão trabalhadas.

Tabela 3.29 | Dados de um dia de produção

Produto	Tempo de ciclo (minutos)	Quantidades boas	Tempo de produção
1	1,0	150	150
2	1,5	110	165
3	0,5	480	240
4	2,0	60	120
		800	675

Fonte: elaborada pelo autor.

A jornada diária de trabalho nessa empresa é de três turnos de produção, de oito horas cada um, totalizando 1.440 minutos/dia. No período de produção do *mix*, foram registradas as seguintes paradas programadas e não programadas:

Tabela 3.30 | Paradas programadas e não programadas

Motivo da parada	Tempo (minutos)
Refeição/lanche	110
Paradas programadas	110
Falta de matéria-prima	90
Manutenção	30
Ajuste de máquina	30
Paradas não programadas	150
Total de paradas	260

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 3.31 | Quantidade de produtos refugados (não conforme)

Produto	Tempo de ciclo (min.)	Quantidade de refugos	Tempo dos refugos (min.)
1	1,0	3	3
2	1,5	4	6
3	0,5	6	3
4	2,0	1	2
		14	14

Fonte: elaborada pelo autor.

Pronto! Com essas informações você será capaz de apresentar indicadores que podem auxiliar muito nas decisões dos gestores da empresa.

No tópico "Não pode faltar", você aprenderá um pouco mais sobre gestão e controle da produção por indicadores e o passo a passo para apresentar aos gestores da empresa Gomes e Gomes alguns desses indicadores.

Preparado para o desafio? Bons estudos!

Não pode faltar

Olá, aluno! Na última seção, vimos que é recomendável que os responsáveis pela execução das atividades operacionais se reúnam antes da liberação das ordens de produção. Se os representantes da produção, manutenção, TI, PPCP, entre outros, não têm nenhuma restrição sobre a sequência de produção programada, a ordem de produção é liberada e entregue aos responsáveis por cada centro produtivo ou departamento. Vimos que na produção por projetos e em alguns sistemas de lotes repetitivos as ordens devem estar acompanhadas do desenho do produto e instruções de produção e/ou montagem.

O controle da produção deve estar atento aos desvios que ocorrem durante a operação (atrasos, problemas de qualidade, refugos etc.) e corrigir tais desvios rapidamente. As quatro etapas do controle (visto na Seção 3.3): a) estabelecer objetivos e padrões de desempenho; b) avaliar o desempenho atual; c) comparar o desempenho com os padrões; d) adotar ações corretivas (quando necessárias) são fundamentais para enfrentar esses desafios do controle da produção.

Nesta seção, veremos mais sobre controle e gestão da produção através de indicadores de desempenho. Preparado? Então, vamos nessa!

Para Falconi (2009), gerenciar é administrar problemas. Para o autor, há dois tipos de problemas: a) o “bom problema”, que é provocado pelo gestor quando periodicamente ele busca problemas via *benchmarking*, pesquisa de mercado, análise de perdas, ineficiência etc., esses problemas trazem novas oportunidades de ganhos para as empresas; b) o “problema ruim”, que corresponde a desvios de consistência das operações (produto fora do especificado, quebra máquina, altos índices de absenteísmo, atrasos etc.), é o tipo de problema que tem que ser resolvido rapidamente e é ruim porque não avisa a hora que vai chegar.

Esse segundo problema é que trataremos nesta seção, apresentaremos algumas técnicas, ferramentas e indicadores que podem auxiliar em reduzir os riscos de desvios operacionais. A maioria das ferramentas apresentadas está relacionada ao Sistema Toyota de Produção (STP), um dos percursos da produção enxuta

(*lean manufacturing*), que almeja a excelência operacional buscando eliminar (ou pelo menos reduzir) os desperdícios existentes no fluxo da produção, com o objetivo de aumentar a produtividade e obter melhores resultados operacionais.

O STP, ou produção enxuta, prega que a gestão deve ser visual, para que não apenas o gerente, mas todos os envolvidos nos processos produtivos possam participar da gestão. A gestão à vista facilita na prevenção de desvios da produção e acidentes de trabalho.



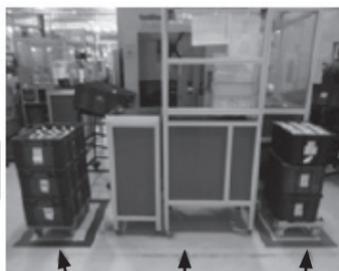
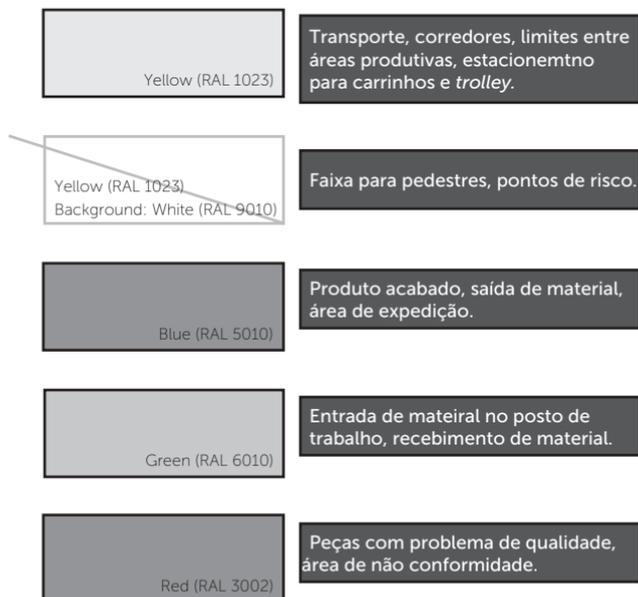
Exemplificando

Na empresa Benfica, de móveis para bares e restaurantes, o operador do torno tinha dificuldade em saber qual seria a próxima peça a entrar na máquina, mesmo com a ordem de produção em mãos, ele perdia tempo até encontrar a madeira que deveria ser trabalhada.

A solução adotada pela empresa foi de marcar o piso do lado direito da máquina na cor verde, significando que deveria ser a próxima peça a ser produzida. Do lado esquerdo, o piso foi pintado de azul, para a peça que acabara de sair da máquina. Dessa maneira, o abastecedor da máquina (responsável por disponibilizar a matéria-prima e retirar o produto acabado) sabe que, quando o lado verde está vazio, deve disponibilizar a próxima matéria-prima e, quando o piso do lado azul está com peça, ela deve ser removida para a próxima etapa do processo ou para o estoque de produto acabado.

As figuras a seguir apresentam exemplos de gestão visual em uma fábrica:

Figura 3.11 | Conceito de cores para marcação do piso



Entre o corredor principal e as marcações de entrada e saída de material, deve-se manter uma distância de 15 cm.

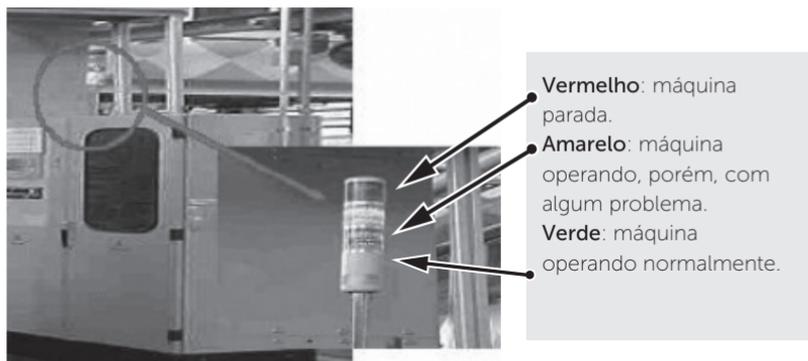
Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 3.12 | Conceito de cores para uniformes



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 3.13 | Luzes Andon



Fonte: <http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/img/artigo_36_clip_image008_0001.jpg>. Acesso em: 7 nov. 2016.

Luzes Andon têm a função de auxiliar, de forma rápida, a identificação de possíveis paradas de produção, e assegurar que todos os envolvidos possam identificar o status dos equipamentos. Para que esta prática tenha resultado, devem ser definidas as seguintes questões:

- Quando as luzes Andon devem ser acionadas e por quem?
- Quem deve investigar o problema (sênior de produção, qualidade, manutenção)?
- Qual é o tempo mínimo e máximo de resposta permissível?

- Quais processo e método usados para registrar as ocorrências e ações derivadas das interrupções?



Refleta

Em qual situação cotidiana vemos luzes Andon funcionando? Acertou quem respondeu sinais de trânsito; o princípio é o mesmo utilizado nas fábricas e prestadores de serviços. Intuitivamente, quando vemos vermelho, pensamos em algum problema e, quando vemos verde, parece que as coisas estão funcionando.

Outros conceitos que podem auxiliar na eficiência da gestão e controle da produção estão relacionados ao *Optimized Production Technology* (OPT). De acordo com Corrêa (1996), esse conceito foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores israelenses liderados pelo Dr. Eliwashu Moshe Goldratt. O sistema OPT baseia-se na gestão da empresa a partir dos seus gargalos, que, como já vimos ao longo da Unidade 3, definem as condições de produção de uma empresa. Entre os princípios preconizados pelo sistema OPT se destacam alguns, como: todo o foco de aperfeiçoamento da empresa deve ser nos recursos gargalos, uma vez que eles limitam todo o sistema, qualquer aperfeiçoamento em recursos não gargalo pode gerar estoques (desperdícios) desnecessários; para permitir a máxima utilização dos recursos gargalos, deve-se programar a produção de acordo com as restrições, como também projetar estoques de segurança na frente deles, buscando evitar interrupções no fluxo.

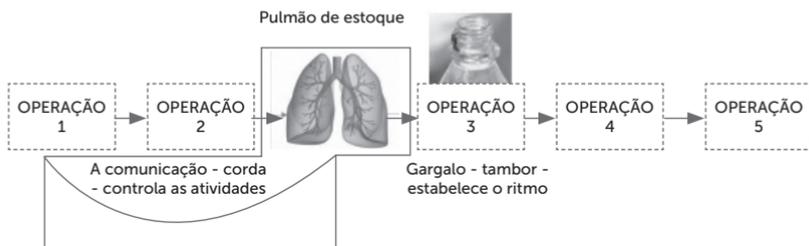
O sistema OPT utiliza uma terminologia para explicar sua abordagem de planejamento e controle:

- Tambor: restrição e/ou gargalo do sistema que determina o ritmo de produção para todas as outras etapas do processo produtivo (deveria ser usado 100% do tempo, sem problemas de falta de material ou quebra de máquina).

- Corda: mecanismo que obriga todas as etapas do sistema a trabalhar em ritmo ditado pelo tambor, por exemplo, paradas para manutenção e níveis de estoques.

- Pulmão: estoque utilizado para manter a integridade da restrição, caso algum problema ocorra nela.

Figura 3.14 | Tambor – corda - pulmão



Fonte: elaborada pelo autor.

Há muitos indicadores que podem auxiliar na gestão de uma empresa. Indicadores financeiros, de atendimento aos clientes, de controle de estoques, inventários etc., mas nessa seção utilizaremos um indicador de eficiência operacional denominado Índice de Rendimento Operacional Global (IROG), porque esse indicador está relacionado ao STP e ao OPT, e pode ser muito eficaz para a gestão da produção.

Antes de seguirmos: o que é mesmo um indicador? De acordo com Falconi (2009), indicadores são formas de representação quantificáveis das características de produtos e/ou processos. São utilizados pelas organizações para controlar e melhorar a qualidade e o desempenho dos seus produtos e processos ao longo do tempo. O uso de indicadores está relacionado diretamente à necessidade de gestão de desempenho, pois, segundo o autor, "o que não se mede não se gerencia".

Isto posto, vamos conhecer os conceitos relacionados com esse indicador de desempenho?

De acordo com Antunes (2013), o IROG é resultado da multiplicação de três outros índices: 1. Índice de Tempo Operacional (ITO) – corresponde ao tempo durante o qual o posto de trabalho ficou disponível para produção, menos o tempo durante o qual ele ficou parado, e é calculado de acordo com a fórmula a seguir:

$$\text{ITO} = \frac{\text{Tempo disponível} - \sum \text{Tempo paradas}}{\text{Tempo disponível}}$$

As duas principais variáveis que influenciam no índice de disponibilidade são: problemas de quebra da máquina e *setups*. Quanto mais *setups* forem feitos ao longo do turno e/ou dia de trabalho, menor será a disponibilidade da máquina para produção.

2. Índice de Desempenho Operacional (IPO) – está relacionado ao desempenho do posto de trabalho e é calculado em função do tempo de produção total, durante o qual são produzidos itens conformes e não conformes, e do tempo durante o qual o equipamento estiver realmente em produção, veja a fórmula:

$$\text{IPO} = \frac{\text{Tempo de Produção Total}}{\text{Tempo Real de Produção}}$$

De acordo com Antunes (2013), as seguintes causas podem ser consideradas como responsáveis pela obtenção de um baixo valor nesse índice: a) Operação em vazio – quando o equipamento está ativado, mas nenhum item está sendo produzido ou tempos de paradas momentâneas, como picos de energia de difícil registro; b) Quedas de velocidade de operação – quando a velocidade de operação do equipamento é reduzida, em função de um operador não devidamente habilitado estar em treinamento, ou quando houver outras causas que exijam a redução da velocidade do equipamento.



Exemplificando

Na empresa de serviço de embalagens Allpack, os produtos são embalados em uma bolha selada a uma cartela. Acontece que o tempo padrão de selagem é de 9 segundos por bolha, porém, em dias de muito frio, o tempo de selagem deve ser aumentado para 12 segundos. O IPO será menor nesses períodos de frio intenso.

3. Índice de Produtos Aprovados (IPA) – está relacionado com a qualidade dos itens produzidos. É calculado em função da produção total, quando itens conformes e itens não conformes são produzidos. Esse índice é calculado de acordo com a fórmula a seguir:

$$\text{IPA} = \frac{\text{Quantidade de itens conformes (bons)}}{\text{Quantidade de itens bons} + \text{Quantidade de itens não conformes}}$$

Chegamos à fórmula do índice de rendimento operacional global (IROG), que é: $IROG \rightarrow ITO \times IPO \times IPA$.

Complicado? Você vai seguindo os passos apresentados e não é nem um pouco difícil, o maior desafio dos gestores é criar sistemáticas de trabalho em que essas informações sejam devidamente apontadas. Elas podem ser totalmente automatizadas, com leitores ópticos de última geração ou apontadas manualmente (como preferem os mestres do STP), o importante é que o pessoal da operação entenda que esses apontamentos não são para punição, e sim para buscar melhorias contínuas. Vamos fazer um exercício?

Na empresa Allpack, foi produzido um *mix* de produtos de acordo, em um posto de trabalho, durante um dia, conforme a Tabela 3.32:

Tabela 3.32 | Dados de um dia de produção

Produto	Tempo de ciclo (minutos)	Quantidades boas	Tempo de produção
1	1,0	230	230
2	1,5	127	190,5
3	0,5	412	206
4	2,0	80	160
		849	786,5

Fonte: elaborada pelo autor

A jornada diária de trabalho nessa empresa é de três turnos de produção, de oito horas cada um, totalizando 1.440 minutos/dia. No período de produção do *mix*, foram registradas as seguintes paradas programadas e não programadas:

Tabela 3.33 | Paradas programadas e não programadas

Motivo da parada	Tempo (minutos)
Refeição/lanche	135
Paradas programadas	135
Falta de matéria-prima	110
Manutenção	25
Ajuste de máquina	30
Paradas não programadas	165
Total de paradas	300

Fonte: elaborada pelo autor.



As paradas programadas são aquelas que já estão combinadas, por exemplo, refeições, paradas laborais, manutenção preventiva das máquinas, simulação da brigada de incêndio, entre outras. As paradas não programadas são aquelas que acontecem sem previsão alguma, como quebras de máquinas, acidentes de trabalho etc.

Tanto o SPT como o OPT recomendam que, para recursos gargalos, o tempo considerado para produção seja o tempo calendário, ou seja, não se tenha nenhuma parada programada. Durante as refeições deve haver revezamento no posto de trabalho e as manutenções preventivas devem ser programadas para os períodos em que não se trabalhe, como domingos, feriados e/ou turnos que não trabalhem. Dito isso, voltemos ao exercício.

No dia do monitoramento do posto de trabalho, o número dos refugos (não conforme) foi o seguinte:

Tabela 3.34 | Quantidade de produtos refugados

Produto	Tempo de ciclo (min.)	Quantidade de refugos	Tempo dos refugos (min.)
1	1,0	5	5
2	1,5	3	4,5
3	0,5	8	4
4	2,0	0	0
		16	13,5

Fonte: elaborada pelo autor.

Pronto! Com essas informações já podemos calcular o IROG, mas vamos passo a passo:

$$ITO = \frac{1.440 - 300}{1.440} = 0,7916 \approx 79,2\%$$

$$IPO = \frac{786,5(\text{pçs boas}) + 13,5(\text{refugos})}{1.440 - 300} = \frac{800}{1.440} = 0,701 \approx 70,1\%$$

$$IPA = \frac{849(\text{pçs boas})}{849 + 16(\text{refugos})} = 0,9815 \approx 98,15\%$$

Quanto menor o índice de cada um dos indicadores, maiores são as possibilidades de melhorias. Por exemplo, o índice de desempenho (IPO) tem uma margem de quase 30% de melhoria. Os responsáveis pelo PPCP e/ou gestor da produção devem chamar uma reunião com todos os envolvidos no processo e, utilizando as técnicas de análise de problemas apresentadas na Seção 3.3, traçarem planos de ação para melhorar esse índice.

Finalmente, o Índice de Rendimento Operacional Global (IROG) para este posto de trabalho será: $IROG = 79,2\% \times 70,1\% \times 98,15\% = 0,5449 \approx 54,5\%$.

Esse índice pode ser melhorado em 46% e os gestores e envolvidos no processo devem sempre buscar melhorias de performance, porém, é sempre importante que os gestores façam *benchmarking* com empresas de classe mundial.



Pesquise mais

Ficou curioso sobre o que é *benchmarking*? As empresas costumam buscar referências de outras empresas que, reconhecidamente, têm boas práticas de gestão em seus segmentos. Essas referências são importantes para que o gestor perceba o quanto ele pode melhorar em seus processos, ou até se já está em bom nível de performance. No link a seguir, você pode encontrar um *benchmarking* sobre produção enxuta. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_069_490_11616.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2016.



Pesquise mais

É importante que os profissionais de PPCP conheçam diferentes indicadores de performance, porque pode ser que em alguma empresa ou setor sejam necessários outros tipos de controle. No link a seguir você encontrará um artigo que apresenta outros indicadores que podem ser úteis. Disponível em: <<http://www.logfacilba.com.br/media/IDenxuta.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2016.

Vamos, agora, mostrar ao Sr. Ananias, da empresa Gomes e Gomes, alguns indicadores importantes para a gestão da sua empresa? Veja em "Sem medo de errar".

Bons estudos!

Sem medo de errar

Chegamos ao ponto de recomendar aos gestores da empresa Gomes e Gomes como melhorar a performance de entrega de sua família de produtos sob encomenda. Lembrando que eles já fizeram sua "lição de casa" seguindo as etapas de planejamento, programação e sequenciamento da produção de acordo com a sequência apresentada desde a primeira seção do nosso livro didático.

O seu trabalho será apresentar indicadores que permitam aos gestores da empresa Gomes e Gomes controlarem sua produção e tomarem ações e decisões assertivas com base nesses indicadores. Para resolver o problema, você pode seguir os seguintes passos:

Passo 1 – Calcular o ITO.

Passo 2 – Calcular o IPO.

Passo 3 - Calcular o IPA.

Passo 4 – Calcular o IROG.

Passo 5 – Analisar os indicadores e traçar comentários sobre os resultados obtidos.

Agora é com você, boa sorte!



Atenção

O exercício do "Não pode faltar", realizado com a empresa Allpack, pode auxiliar na resolução desse problema.

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e, depois, compare-as com as de seus colegas.

Indústria de calçados Conforto Total

Descrição da situação-problema

A empresa Conforto Total iniciou suas atividades há 12 anos e nesse tempo cresceu muito. Começou em uma garagem emprestada pelo sogro do dono da empresa e, hoje, produz seus calçados em uma área de 5.000 m², localizada em Paulínia, São Paulo. A boa notícia é que os calçados produzidos na empresa têm boa aceitação no mercado nacional e internacional (exporta para 12 países), porém, junto ao aumento das demandas, vieram também os problemas. A empresa investiu em um sistema ERP, em qualidade, equipamentos e em boas práticas de planejamento de produção, mas tem sofrido com frequentes atrasos de produção e entrega.

O Sr. Ricardo Moraes, dono da empresa, pediu que você apresentasse a ele alguns indicadores para a gestão e controle da produção. Ele e seus gestores são muito organizados e lhe apresentaram uma série de dados operacionais. Depois de compilar esses dados você obteve as informações a seguir sobre um dia de trabalho de um posto operacional.

Tabela 3.35 | Dados de um dia de produção

Produto	Tempo de ciclo (minutos)	Quantidades boas	Tempo de produção
1	1,0	190	190
2	1,5	180	270
3	0,5	330	165
4	2,0	70	140
		770	765

Fonte: elaborada pelo autor.

A jornada diária de trabalho nessa empresa é de três turnos de produção, de oito horas cada um, totalizando 1.440 minutos/dia. No período de produção do *mix*, foram registradas as seguintes paradas programadas e não programadas:

Tabela 3.36 | Paradas programadas e não programadas

Motivo da parada	Tempo (minutos)
Refeição/lanche	200
Paradas programadas	200
Falta de matéria-prima	150
Manutenção	30
Ajuste de máquina	30
Paradas não programadas	210
Total de paradas	410

Fonte: elaborada pelo autor.

No dia do monitoramento do posto de trabalho, o número dos refugos foi o seguinte:

Tabela 3.37 | Quantidade de produtos refugados

Produto	Tempo de ciclo (min.)	Quantidade de refugos	Tempo dos refugos (min.)
1	1,0	7	7
2	1,5	5	7,5
3	0,5	10	5
4	2,0	5	10
		27	29,5

Fonte: elaborada pelo autor.

Resolução da situação-problema

Passo 1 – Calcular o ITO.

$$\text{ITO} = \frac{1.440 - 410}{1.440} = 0,7152 \approx 71,5\%$$

Passo 2 – Calcular o IPO.

$$\text{IPO} = \frac{765(\text{pçs boas}) + 29,5(\text{refugos})}{1.440 - 410} = \frac{794,5}{1.030} = 0,7713 \approx 77,13\%$$

Passo 3 – Calcular o IPA.

$$\text{IPA} = \frac{770(\text{pçs boas})}{770 + 27(\text{refugos})} = 0,966 \approx 97\%$$

Passo 4 – Calcular o IROG.

$$\text{IROG} = 71,5\% \times 77,13\% \times 97\% = 0,5349 \approx 53,5\%$$

Essas informações contam muito sobre a performance da produção da empresa Conforto Total. O índice de tempo operacional (ITO), que está relacionado às paradas programadas, ou não, está com 71,5% de performance. O índice de desenvolvimento operacional (IPO), que mostra o quanto a produção está lenta em relação ao tempo padrão, está em 77,13%. O índice de produtos aprovados (IPA), que mede a qualidade dos produtos produzidos, ou seja, produtos bons em relação ao total produzido, está em 97%.

A multiplicação de todos esses índices leva o índice de rendimento operacional global a 53,5%. É importante conhecer o *benchmarking* de empresas semelhantes à Conforto Total, para se ter referências de quanto se pode melhorar, mas mesmo sem ter tais referências é possível perceber que os gestores da empresa têm muito trabalho pela frente.



Atenção

O IROG é um indicador utilizado por muitas empresas e essa informação pode ser importante para comparar o atual estágio da empresa Gomes e Gomes (ou qualquer outra) com empresas do mesmo setor ou segmento, é o *benchmarking*.



Faça você mesmo

A empresa After Market, que produz peças para automóveis, tem tido dificuldades em apresentar indicadores que realmente auxiliem na gestão da produção. Como muitas empresas, eles possuem um sistema ERP que gera muitos dados, porém, esses dados não se transformam em informações úteis para os gestores e pessoas envolvidas com os processos operacionais.

Você solicitou aos gestores informações sobre a produção de um dia de um centro de trabalho, porque sua intenção é apresentar a eles o índice de rendimento operacional global e os demais índices que fazem parte do IROG, ITO, IPO e IPA.

As informações a seguir foram levantadas para que você gere esses indicadores.

Produto	Tempo de ciclo (minutos)	Quantidades boas	Tempo de produção
1	1,0	200	200
2	1,5	150	225
3	0,5	250	125
4	2,0	10	20
		610	570

A jornada diária de trabalho nessa empresa é de três turnos de produção, de oito horas cada um, totalizando 1.440 minutos/dia. No período de produção do *mix*, foram registradas as seguintes paradas programadas e não programadas:

Motivo da parada	Tempo (minutos)
Refeição/lanche	110
Paradas programadas	110
Falta de matéria-prima	100
Manutenção	40
Ajuste de máquina	40
Paradas não programadas	180
Total de paradas	290

No dia do monitoramento do posto de trabalho, o número dos refugos foi o seguinte:

Produto	Tempo de ciclo (min.)	Quantidade de refugos	Tempo dos refugos (min.)
1	1,0	8	8
2	1,5	10	15
3	0,5	5	2,5
4	2,0	0	0
		27	25,5

Faça valer a pena

1. Almeja a excelência operacional, buscando eliminar (ou pelo menos reduzir) os desperdícios existentes no fluxo da produção.

A qual sistema o texto-base se refere?

- a) MRP.
- b) MRP II.
- c) STP.
- d) ERP.
- e) SFC.

2. A indústria de cadeados Tranca e não Destranca decidiu identificar seus colaboradores operacionais com cores, assim, o pessoal da logística e PPCP vestem uniformes na cor azul; da manutenção, na cor laranja; e operadores de máquinas e seus auxiliares, na cor verde. Que tipo de gestão está sendo utilizada no chão de fábrica dessa empresa?

- a) Gestão por competência.
- b) Gestão financeira.
- c) Gestão dos estoques.
- d) Gestão visual.
- e) Gestão ambiental.

3. Tambor, corda e pulmão são terminologias associadas a qual sistema de gestão?

- a) OPT.
- b) MRP.
- c) MRP II.
- d) CRP.
- e) ISFC.

Referências

- ANTUNES, J. et al. **Uma revolução na produtividade**: a gestão lucrativa dos postos de trabalho. São Paulo: Bookman, 2013.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, J. G. N. **Just in time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1996.
- CORRÊA, H.; CORRÊA, C. **Administração da produção e operações**: manufatura e serviços, uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2000.
- CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Ireneu Gustavo Nogueira; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção MRP II/ERP**. São Paulo: Atlas, 2001.
- FALCONI, V. **O verdadeiro poder**. 2. ed. Nova Lima: INDG, 2009.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e controle da produção**: dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010.
- LUTOSA, L. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2012.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.
- REID, R. D.; SANDERS, N. R. **Gestão de operações**. São Paulo: LTC, 2005.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.

Sistemas de PPCP no chão de fábrica

Convite ao estudo

Olá, aluno.

Vamos dar continuidade à caminhada que o levará a adquirir a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade. Você também irá adquirir a **competência técnica**, que consiste em conhecer e estar apto a utilizar o sistema de PPCP no chão de fábrica.

Por isso, nesta unidade, nos aproximaremos mais ainda da operação e do chão de fábrica. Nas duas primeiras seções desta unidade, aprofundaremos na filosofia *just in time* (JIT).

Na Seção 4.1 veremos os elementos do sistema JIT e o compararemos com o sistema MRP.

Na Seção 4.2, nos aprofundaremos no sistema Kanban, que é a ferramenta que operacional do JIT.

Na Seção 4.3 veremos quais são as vantagens de se procurar o nivelamento da produção e como calcular esse nivelamento.

Finalmente, na Seção 4.4 iremos conhecer mais sobre lote econômico de produção e como calculá-lo.

Para praticar os conceitos aprendidos nesta unidade, nós trabalharemos com a empresa Allpack, que presta serviços de embalagens. A empresa opera há 18 anos e começou com a iniciativa do Sr. Nozawa, que vendia caixas de papelão e percebeu uma boa oportunidade em prestar esse tipo de serviço.

No começo, a atividade era basicamente focada em trabalhos manuais de montagem de kits e fechamento de caixas com fitas. Porém, com o passar do tempo, a empresa cresceu, adquiriu maquinários e embala mais de 3.000.000 de produtos/mês nos dias atuais. A empresa também conta com os mais variados processos de fabricação e produtos, e possui muitos clientes.

Em uma viagem ao Japão, o Sr. Nozawa viu os benefícios que a filosofia *just In time* pode trazer para sua empresa e decidiu investir nessa filosofia de trabalho. Ele viu que, no Japão, o principal objetivo do JIT é reduzir estoque em toda a cadeia de suprimentos e produção. Um passo importante para iniciar os trabalhos é entender em seus processos o que agrega valor para seus clientes o que é desperdício, o que o cliente não está disposto a pagar e, conseqüentemente, que a Allpack deveria eliminar para se tornar mais rentável.

Nesta unidade, você vai ajudar o Sr. Nozawa e seus gestores a mapearem seus processos, a perceberem os desperdícios que acontecem nesses processos e quais técnicas e ferramentas podem ser aplicadas para eliminar ou reduzir tais desperdícios. Vamos em frente?

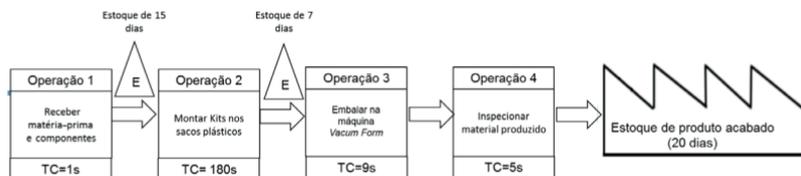
Seção 4.1

Sistema JIT versus MRP

Diálogo aberto

O Sr. Nozawa pediu que seu engenheiro de processos mapeasse uma família de produto, para tentar entender quais eram os desperdícios em seus processos. Porém, ele descobriu que, para as pessoas que estão “viciadas” com os processos atuais, é difícil perceber os desperdícios, por isso, ele contratou você para analisar essas informações e “separar o joio do trigo”, ou seja, o que é desperdício e o que agrega valor para o cliente.

Figura 4.1 | Informações coletadas no processo mapeado



Fonte: elaborada pelo autor.

Será que esse sistema é puxado ou empurrado? Como é realizada a programação desse sistema? Quais são os desperdícios existentes nesse processo?

Mediante a esses questionamentos, você deverá elaborar uma apresentação de suas análises. Fique tranquilo que veremos como fazer isso no item “Não pode faltar”.

Bons estudos!

Não pode faltar

Olá, aluno! Bem-vindo à última unidade da disciplina de PPCP. Você já avançou bastante e, a essa altura, já pode usar seus conhecimentos trabalhando em empresas de diversos portes e segmentos ou até mesmo na sua própria empresa. Até aqui vimos uma sequência de planejamento que se aplica a qualquer tipo de empresa: o

planejamento estratégico e agregado; o planejamento mestre de produção de médio prazo, que detalha o planejamento agregado; e a programação, o sequenciamento e o controle da produção.

Nós vimos na Seção 2.3, entre o planejamento de médio prazo e a programação de curto prazo pode-se utilizar o sistema de apoio às decisões chamado MRP – *material requirement planning*, que surgiu da necessidade de se planejar o atendimento da demanda dependente, aquela relacionada à demanda independente (produto acabado) e que posteriormente avançou para planejamento, análise e controle dos recursos operacionais. Esta seção tem o objetivo de comparar os sistemas MRP e a filosofia de administração de materiais e produção JIT.

Mas o que é JIT? É uma filosofia que visa à redução do estoque, em que se produz somente a quantidade necessária, no tempo necessário. As montadoras automobilísticas trabalham com essa técnica, recebendo de seus fornecedores pequenos lotes para atender a uma demanda “fracionada” (exemplo: o fornecedor entrega pneus apenas para uma hora de produção).

É importante frisar, no entanto, que reduzir os estoques não é tão simples assim, e exige outras ações no decorrer das operações da organização e de sua cadeia de suprimentos.

Os estoques, na maioria das vezes, acabam escondendo problemas como atrasos, quebras de máquinas e equipamentos, ineficiência operacional, entre outros. Dessa forma, reduzir o estoque significa gerar ações de melhorias nos processos, gerando maior qualidade. Inclusive a abordagem JIT é comumente relacionada, e até mesmo considerada sinônimo, da abordagem *lean manufacturing* (manufatura enxuta).

Ambas são consequências de melhorias práticas aplicadas pela empresa automobilística Toyota nos anos de 1970. Para que possamos diferenciar as abordagens, podemos definir que o JIT é uma das técnicas utilizadas pelo *lean manufacturing*, responsável pela gestão do fluxo de materiais e respectivos estoques. Já o pensamento enxuto reúne outras técnicas e ferramentas que possibilitam eliminar os desperdícios existentes dentro da organização.

Voltando ao sistema MRP, ele pode controlar o estoque, gerar lista de necessidades de materiais e enviar instruções sobre o que produzir a seguir para cada centro produtivo ou departamento. De acordo com Pascal (2008), o MRP é um sistema de apoio às decisões de uma filosofia tradicional de administração de materiais e produção (*just in case*), que prioriza a utilização de estruturas departamentais fixas (tornos, fresas, montagem etc.). Essa estrutura é otimizada pela fabricação de produtos em lotes econômicos (já visto na Seção 2.3, mas que será explorada com mais detalhes na Unidade 4), que pode gerar grandes estoques. Na filosofia *just in case*, a previsão da demanda é fundamental para o planejamento da capacidade dos recursos e instalações, e também para a programação de curto prazo da empresa.

Tais características, estruturas fixas departamentais, lotes econômicos de fabricação e principalmente programação de curto prazo baseada na previsão da demanda formam o que se chama de produção empurrada, ou seja, o produto é empurrado pelo sistema, independentemente da demanda real (pedido colocado ou pedido em carteira).

De acordo com Pascal (2008), a maior crítica dessa filosofia de trabalho é que se a demanda não se confirma, grandes volumes de estoque podem ser gerados ao longo de toda a cadeia produtiva, dentro da empresa e em fornecedores externos. Outro ponto de atenção citado pelo autor é que o MRP requer que todas as peças sejam registradas no sistema à medida que passam de uma etapa para outra. Se isso não acontece, erros começam a se acumular. Defeitos, tempo de parada, trocas fora de programa e outros acontecimentos aleatórios causam confusão para reprogramações e o MRP perde contato com a real situação no chão de fábrica.

Por isso, há os sistemas de chão de fábrica (*shop floor control*), com procedimentos rigorosos de controle e apontamentos das operações, que se tornam essenciais para o bom andamento das operações. Ainda segundo Pascal (2008), a filosofia *just in case* está relacionada com os fabricantes de produção em massa, acostumados a trabalharem com grandes lotes de fabricação. Muitas vezes, esses lotes são inspecionados apenas no final da produção, causando grandes perdas quando são encontradas inconformidades.



Exemplificando

A empresa de calçados Só Conforto previu a demanda de 40.000 pares de seus sapatos para o mês de junho. Toda a operação se programou para produzir 10.000 pares por semana. O departamento de compras comprou os materiais necessários de acordo com o MRP. O que ocorreu é que desde a primeira semana de junho a demanda prevista não se confirmou. Mesmo assim, os 40.000 pares de sapatos foram produzidos.

A demanda real levantada ao final do mês foi de 22.000 pares, deixando 18.000 pares de calçados no estoque de produtos acabados. Os recursos utilizados nessa produção poderiam ser utilizados para produção de outros produtos.

As técnicas utilizadas na filosofia *just in case* e os sistemas MRP foram e são muito importantes para muitas empresas e para alguns sistemas produtivos, porém as técnicas da filosofia *just in time* podem ser complementares ou até substituírem as anteriores, no sentido de melhorar a eficiência e flexibilidade das operações.

O principal objetivo da filosofia *just in time* é reduzir estoques em toda a cadeia de suprimentos. Conforme exemplo já citado, algumas empresas automobilísticas trabalham com a produção de seus veículos sob pedido, e seus respectivos componentes são fornecidos conforme a demanda. Mas será que o fornecedor também estará com seu estoque zero? Quanto tempo levaria para produzir um carro, se todos os fornecedores iniciassem a produção dos componentes após a entrada do pedido do consumidor final?

Dois pontos relevantes para a implementação do JIT são referentes à estratégia do negócio e custos. Referente à estratégia, uma empresa de bem de consumo, a exemplo de um fabricante de chocolate, deverá ter seu produto distribuído e disponibilizado no maior número de pontos de vendas (varejos). Se quiser atender ao consumidor, isso o levará a ter estoques no decorrer da cadeia, principalmente no ponto próximo ao cliente. Com relação a custos, a empresa automobilística não terá a mesma tratativa para todos os componentes do veículo: imagine receber uma quantidade pequena de parafusos a cada hora.

Esses exemplos não eliminam a aplicação do JIT. Pelo contrário, a filosofia poderá ser aplicada e adequada a qualquer uma das situações, mas com quantidades distintas, dentro de um mínimo estrategicamente definido, ou seja, o JIT não é sinônimo de zero estoque, e sim do seu gerenciamento.

Cabe lembrar que dentro dessa nova abordagem oriental (*lean manufacturing* e *just in time*), um princípio importante é que não se deve fazer nada que não agregue valor aos produtos ou serviços.



Exemplificando

Clara Alves é dona de uma empresa de eventos e tem pouco tempo para cuidar de seus assuntos pessoais, incluindo a saúde. Porém, nos últimos meses, ela tem sentido dores nas costas e decidiu procurar um especialista.

Ligou para uma clínica, que pediu que ela marcasse com um clínico geral e, apesar de argumentar que gostaria de marcar diretamente com um ortopedista, teve que seguir o procedimento.

Depois de duas semanas, Clara chegou ao consultório às 14h, conforme combinado, e esperou durante 30 minutos até ser atendida. Contou ao clínico geral o que sentia. Após cinco minutos de conversa ela a encaminhou a um ortopedista. Zangada e desapontada, Clara tentou marcar no próprio consultório, mas descobriu que só podia marcar a consulta por telefone. Mesmo achando que se tratava de alguma brincadeira de mau gosto, ligou e marcou a consulta com o ortopedista.

Após duas semanas ela chegou antes do horário marcado, para ser pontual, porém sua consulta atrasou uma hora. Após contar, durante cinco minutos, ao ortopedista o que sentia, ele pediu que ela fizesse um exame de raios X. Como o exame seria em outro dia e outro local, ela perguntou se não seria bom fazer uma ressonância magnética para aproveitar a viagem. O ortopedista disse que não, que naquele momento apenas o raios X era suficiente.

Ela marcou para duas semanas depois o exame de raios X, numa clínica a 12 km de distância de sua casa e do consultório do ortopedista. O exame ficou pronto em cinco dias (ela recebeu uma senha para acessar o exame via internet). Como ela já havia marcado o retorno ao ortopedista, no outro dia voltou com o resultado do exame de raios X para o especialista

que, após analisar o exame durante cinco minutos, descobriu que era inconclusivo e que ela precisaria de uma ressonância magnética.

Mais uma vez, achando que era vítima de alguma brincadeira, Clara agendou a ressonância magnética para dali a uma semana. O resultado do exame ficou pronto em quatro dias. Após três dias do recebimento da ressonância (os procedimentos para os exames de raios X e ressonância levaram cinco minutos cada), Clara voltou ao ortopedista que, após dez minutos de análise, descobriu o motivo das dores nas costas e receitou remédios e fisioterapia.

De acordo com o exemplo dado, desde a primeira ligação de Clara até o diagnóstico e tratamento recomendado passaram-se 62 dias, conforme mostra o Quadro 4.1.

Quadro 4.1 | Tempos de espera para consultas e exames

DIAS	Tempos de espera
14	Espera para a primeira consulta (clínico geral).
14	Espera para a primeira consulta (ortopedista).
14	Espera para o exame de raios X.
5	Espera para o exame de raios X ficar pronto.
1	Espera para nova consulta ao ortopedista.
7	Espera para exame de ressonância magnética.
4	Espera para o exame ficar pronto.
3	Espera para consulta final.
62	TOTAL

Fonte: elaborado pelo autor.

Porém, conforme mostra o Quadro 4.2, a paciente ficou em consulta durante 35 minutos.

MINUTOS	VALOR AGREGADO
5	Consulta com clínico geral.
5	Consulta com ortopedista.
5	Exame de raios X.
5	Consulta com ortopedista.
5	Exame ressonância.
10	Consulta com ortopedista.
35	TOTAL

Fonte: elaborado pelo autor.

Dentro dessa nova abordagem, a de eliminar desperdícios, os 35 minutos foram de valor agregado ao cliente. Todos os demais tempos são considerados desperdícios e devem ser eliminados ou, ao menos, reduzidos. Aos 62 dias de perdas pode-se ainda acrescentar os tempos de locomoção da paciente, tempo gasto com ligações, gastos com transporte (público ou particular), alimentação etc.



Refleta

Quem trabalha ou pretende trabalhar com a filosofia JIT deve fazer algumas perguntas simples sobre o caso de Clara Alves:

- O que é importante para Clara (agrega valor)?
- O que é desperdício para a Clara (não agrega valor)?
- Como poderiam ser repensadas as atividades de atendimento a Clara de forma a maximizar o valor e minimizar os desperdícios?

As repostas são relativamente simples:

- Clara quer um diagnóstico claro e um tratamento rápido para suas dores nas costas.
- Todo resto é desperdício.
- Todos os processos - médico, especialista, raios X, ressonância, farmácia e fisioterapia devem estar o mais próximo possível um do outro, buscando eliminar os obstáculos que atrapalham o fluxo do atendimento (fluxo de valor).

Na filosofia JIT, as áreas de produção são formadas por células de trabalho, onde pode se encontrar os recursos necessários próximos uns dos outros, para se concluir rapidamente as tarefas sem muita movimentação de materiais e pessoas, e os funcionários são polivalentes, aumentando a flexibilidade de disponibilidade de mão de obra.

Desperdício, então, é toda atividade que consome recursos e não gera valor para o cliente, ou seja, aquilo pelo qual o cliente não está disposto a pagar. A filosofia JIT procura identificar e eliminar desperdícios mediante melhoria contínua, fazendo o produto ou serviço fluir conforme a necessidade do cliente e em busca de perfeição.

A Japanese Management Association (1989) destaca alguns desperdícios importantes que devem ser evitados pelos gestores operacionais:

- Processo sem valor adicionado: reprocessos, retrabalhos ou inspeção de itens são exemplos de atividades/processos que não agregam valor.
- Superprodução: produzir ou fornecer mais do que o cliente precisa – o mais grave e o que gera muito dos outros desperdícios.
- Esperas: de materiais, informações, equipamentos, ferramentas etc.
- Transporte: materiais, informações, equipamentos etc. devem ser sempre entregues em seu local de uso, evitar longas distâncias e/ou transportes desnecessários.
- Excesso de estoque: inventário além do necessário para atender ao cliente, com impacto negativo no fluxo de caixa e na ocupação do espaço.
- Defeitos ou erros (falta de qualidade).
- Excesso de movimentação: movimentos sem necessidade por fluxo inadequado de materiais, arranjo físico ruim, falta de arrumação e métodos.

- Pessoas subutilizadas: subutilização mental, criativa e de habilidades ou aptidões físicas.

O dono ou acionista da empresa que adota a filosofia JIT também tem bons resultados financeiros, pois consegue reduzir estoques (capital parado), otimizar os recursos e reduzir o tempo de recebíveis pelos produtos e serviços produzidos, porque a produção só é disparada após a confirmação do pedido.



Refleta

O pessoal de processo das Indústrias Moreira mapeou um de seus processos para identificar quais desperdícios poderiam ser evitados nessa sequência de operações. Olhando a figura abaixo, quais processos você considera como desperdício?

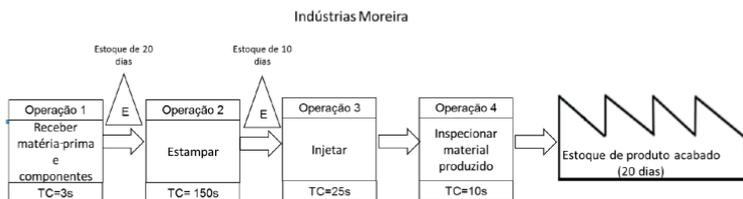
A saber:

 = estoque

 = movimento do material

TC = Tempo de ciclo

Figura 4.2 | Mapeamento de valor da Indústria Moreira



Fonte: elaborada pelo autor.

Desperdícios = 3 segundos para recebe o material + 20 dias de estoque + 10 dias de estoque + inspeção do material + 20 dias de estoque de produto acabado.

Agregação de valor = 150 segundos para estampar + 25 segundos para injetar.

Importante: alguns desperdícios são fáceis de serem encontrados, porém, outros geram polêmicas, como na operação de receber matéria-prima da Figura 4.2, considerado aqui como desperdício. Porém, Taiichi Ohno, o engenheiro da Toyota que desenvolveu o Sistema Toyota de Produção, dizia que num processo de solda, por exemplo, apenas os três segundos de solda podiam ser considerados como agregação de valor, todas as outras operações eram desperdícios.

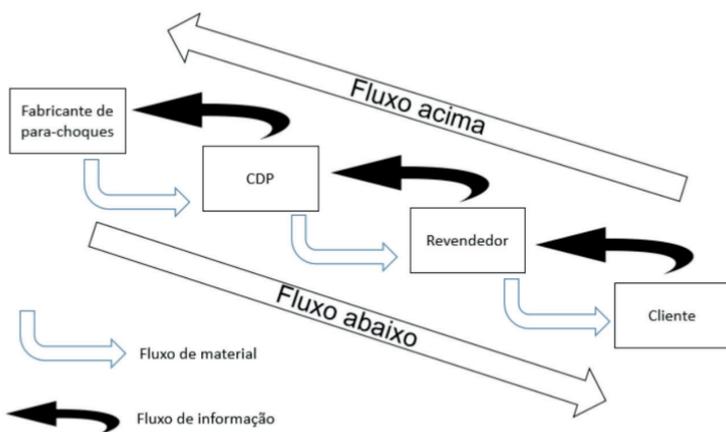
Talvez o início da produção após a confirmação do pedido seja o maior contraponto entre a filosofia tradicional *just in case*, suportada pelo MRP, e a filosofia JIT. O primeiro sistema de administração, como vimos anteriormente, trabalha com a produção empurrada, e o segundo, com a produção puxada, que significa que nenhum fluxo acima deve produzir bens ou serviços sem que o cliente do processo do fluxo abaixo tenha feito o pedido. Mas o que é fluxo acima e fluxo abaixo?



Exemplificando

Se um cliente bate seu Toyota azul e danifica o para-choque, ele vai até o revendedor mais próximo e instala um novo. Isso cria um "buraco" na área da loja do revendedor. Esse buraco gera um sinal de necessidades para o Centro de Distribuição de Peças da Toyota – CDP. O CDP envia um para-choque azul para o revendedor e um sinal de demanda para o fabricante de para-choques.

Figura 4.3 | Fluxo de materiais



Fonte: elaborada pelo autor.

Os sistemas puxados controlam o material em processo ou *work in process* (WIP), de maneira que sempre se tenha um limite máximo ou superior desse tipo de estoque, trazendo os seguintes benefícios:

- Reduz a despesa com a operação – não se pede tanta matéria-prima ou cria-se tanto WIP ou estoque de produtos finais.

- Melhora a qualidade – os defeitos não são reproduzidos em grandes lotes e fica mais fácil encontrá-los rapidamente.
- Melhora a ergonomia – as caixas de peças não são tão grandes ou numerosas, não sendo necessário se levantar tanto peso.
- Melhora a segurança – há um menor número de empilhadeiras andando pela fábrica.

Em um sistema empurrado puro, que segue à risca a programação gerada pelo MRP, sem ajustes às condições do chão de fábrica, corre-se o risco de haver uma explosão de WIP, porque a programação se adiantaria muito em relação à produção e elevaria o volume de WIP.

De acordo com Pascal (2008), a essência do JIT é fazer o valor fluir para que os clientes possam puxar os produtos ou serviços. Para atingir esse objetivo, dois componentes são muito importantes:

1) Kanban: um sistema de ferramentas visuais que sincronizam e fornecem instruções aos fornecedores e clientes tanto para dentro quanto para fora da fábrica. Veremos mais detalhes na Seção 4.2.

2) Nivelamento de produção ou *Heijunka*: dá suporte ao trabalho padronizado e ao Kaizen (melhorias contínuas). A meta é produzir no mesmo ritmo todos os dias para minimizar os picos e vales na carga de trabalho. Aprenderemos mais sobre essa técnica na Seção 4.3.

Kanban e *Heijunka*, por sua vez, dependem de:

1. Trocas rápidas de máquinas (*setups*) que permitem respostas rápidas aos pedidos diários de clientes e minimizam as esperas.



Exemplificando

O melhor exemplo que se tem sobre melhoria em *setups* são as trocas de pneus e abastecimento na Fórmula 1 (*pit stops*). Nos anos 50, uma parada podia levar muitos minutos. Veja a comparação dos tempos no link disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cO_ju5UUpZ0> (acesso em: 22 ago. 2016). Esse tempo evoluiu até o recorde de 1'92, anotado para a equipe Williams em 2016. Veja no

link disponível em: <<https://www.youtube.com/results?search_query=TROCA+DE+PNEUS+RECORD+WILLIAMS>. Acesso em: 22 ago. 2016. Para se chegar a esse nível de rapidez nas trocas, foram alterados métodos, adotados trabalhos padronizados (cada um sabe exatamente o que fazer no momento da parada), treinamentos constantes dos envolvidos, além de terem sido desenvolvidas ferramentas apropriadas para as tarefas. O *setup* externo (aquele que pode ser preparado independentemente de o carro estar parado) também melhorou muito, por exemplo: os pneus são envolvidos em uma manta para que no momento da troca estejam o mais próximo possível da temperatura necessária na pista.

2. Organização e gerenciamento visual através do 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*), o que torna a condição de produção transparente para a equipe inteira e coordena ações.

Figura 4.4 | Etapas do 5S



Fonte: elaborada pelo autor.



Produção:

- Antes**
- Situação inicial do workshop 5S na fábrica.
 - Materiais e equipamentos não possuem local fixo.



- Depois**
- Depois do workshop 5S, a área está estruturada e em ordem.
 - Cada equipamento e material tem seu local definido e delimitado.



Antes e depois da implementação do 5S em uma empresa

Escritório:

Antes



- Documentos em desordem
- Falta de clareza
- Falta de FIFO



Depois



- Documentos em clara ordem
- Equipamentos de escritórios organizados em clara ordem

3. Processos capazes, o que significa métodos e processos padronizados, trabalhadores polivalentes (que executam diferentes atividades) e bem treinados. Máquinas competentes raramente quebram ou trabalham em ritmo mais lento do que o planejado.

Nesta seção é importante que você, aluno, saiba a diferença entre produção empurrada e puxada, fluxo acima e fluxo abaixo. É importante também que você se familiarize com algumas ferramentas utilizadas na filosofia JIT, que podem ser complementares ao sistema MRP ou mesmo substituírem esse sistema de apoio às decisões.

Toda a sequência de planejamento que vimos até a Unidade 3 do curso continuam sendo importantes, principalmente para o

planejamento da capacidade dos recursos e instalações. O JIT pode ser muito importante para as operações de médio para curtíssimo prazo, porque torna a operação mais organizada, flexível e rentável.



Pesquise mais

Cada vez mais as empresas ocidentais procuram entender e implantar pelo menos partes das técnicas e ferramentas utilizadas no JIT. Há bons exemplos de implementações de sucesso, como a do link disponível em: <http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_72.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2016.



Assimile

Just in time é uma filosofia que visa à redução do estoque, produzindo somente a quantidade necessária de produtos, no tempo necessário. As montadoras automobilísticas trabalham com essa técnica, recebendo de seus fornecedores pequenos lotes para atender a uma demanda "fracionada" (exemplo: entrega de pneus apenas para uma hora de produção).

Nas próximas seções, veremos com mais detalhes os componentes Kanban e *Heijunka*, dada a importância que eles representam para o sucesso das empresas que trabalham com JIT. Mas antes, vamos ajudar o Sr. Nozawa a descobrir que desperdícios foram encontrados na operação de sua empresa?

Sem medo de errar

Nesse ponto, voltaremos ao caso da empresa Allpack. O Sr. Nozawa pediu que um de seus profissionais mapeasse o processo de uma família de produtos. O resultado desse mapeamento nós vimos na Figura 4.1. Agora, sua missão será a de detectar os desperdícios e as operações que agregam valor a esse processo mapeado.

- Para analisar se o processo apresentado se assemelha mais ao MRP ou ao JIT, você deve verificar os pontos importantes levantados sobre MRP, no início do item "Não pode faltar" desta seção e compará-lo com as informações sobre o JIT e as ferramentas que o suporta.

- Para descrever os desperdícios, você deverá ler atentamente quais são os desperdícios destacados pela Japanese Management Association (1989). Uma vez que você souber o que é considerado desperdício fica mais fácil destacá-lo no processo da empresa Allpack.

Elabore uma apresentação sobre suas análises. Lembre-se de justificar suas informações. No item "Avançando na prática" desta seção há a solução de um problema semelhante. Mãos à obra e boa sorte!



Atenção

No item "Refleta" desta seção há um exemplo que o ajudará a encontrar os desperdícios.

Avançando na prática

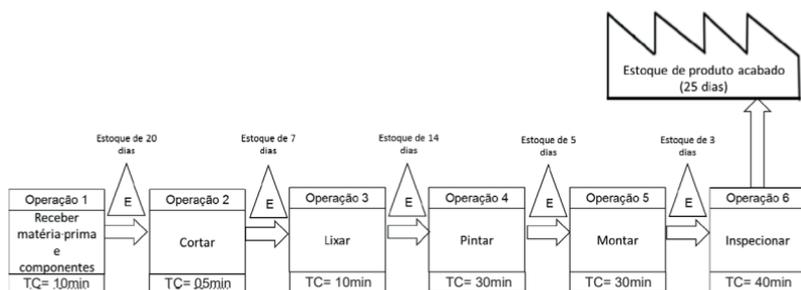
Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que podem ser encontradas no ambiente de trabalho. Realize as atividades e depois compare-as com as de seus colegas.

Empresa Benfica

Descrição da situação-problema

Lembra-se da empresa Benfica de móveis para bares e restaurantes? Pois bem, o Sr. Abílio, dono da empresa, ouviu que o JIT pode ser muito útil para sua empresa e decidiu mostrar-lhe um de seus processos para que você apresente a ele quais desperdícios devem ser eliminados ou reduzidos, bem como quais operações realmente agregam valor para seu cliente. Veja na Figura 4.5 o mapa do processo da linha de móveis "Tô de Boa".

Figura 4.5 | Mapa de processos da linha de móveis "Tô de Boa".



Fonte: elaborada pelo autor.

Resolução situação-problema

Primeiramente, você vai levantar os desperdícios:

Desperdício = 10 minutos de receber materiais + 20 dias de estoque antes da operação cortar + 7 dias de estoque antes da operação lixar + 14 dias de estoque antes da operação pintar + 5 dias de estoque antes da operação montar + 3 dias de estoque antes da operação inspecionar + 40 minutos da operação inspecionar + 25 dias de produto acabado.

O próximo passo é destacar as operações que agregam valor:

Valor agregado = 5 minutos da operação cortar + 10 minutos da operação lixar + 30 minutos da operação pintar + 30 minutos da operação montar.

Mediante tais resultados, deve-se eliminar os desperdícios programando-se uma reposição dos materiais através do JIT.



Lembre-se

Leia sobre os principais desperdícios destacados pela Japanese Management Association.



Faça você mesmo

O Sr. Marcos trabalhou mais de 30 anos em uma empresa como soldador. Ele se aposentou e parou de trabalhar para descansar. Como ele tinha alguns equipamentos de solda em casa, com

certa frequência amigos e vizinhos pediam que ele reparasse algum objeto, de portão a miniatura de carrinho de ferro.

Depois de algum tempo aposentado, o Sr. Marcos, desacostumado com a folga, decidiu voltar à ativa. Viu nessas necessidades pontuais e customizadas de seus amigos uma boa oportunidade de negócio. Abriu uma empresa que faz pequenos reparos em solda. O sucesso foi tão grande que ele ampliou o espaço de trabalho e criou procedimentos de controle da operação.

Porém, ele gostaria de entender como melhorar seu negócio, aumentar produtividade e agradar mais aos clientes. Para isso, pediu que você mapeasse seus fluxos e mostrasse a ele quais desperdícios poderiam ser evitados.

Esse é seu desafio: analisar um procedimento de trabalho feito pela filha do Sr. Marcos, que mostra o fluxo de trabalho:

1. Cadastrar o cliente no sistema.
2. Encaminhar cliente e/ou produto para o local de espera.
3. Movimentar o produto para o local da solda.
4. Soldar o produto.
5. Lixar o produto.
6. Inspecionar.
7. Movimentar para expedição.
8. Faturar.
9. Baixar do sistema.

Você deve elencar e destacar os desperdícios e desenhar o fluxo dessas operações. Bom trabalho!

Faça valer a pena

1. De acordo com Pascal (2008), a maior crítica dessa filosofia de trabalho é que se a demanda não se confirma...

Qual é a crítica que Pascal (2008) faz sobre a filosofia de administração de operações e materiais *just in case*, suportada pelo sistema MRP?

- a) Gera altos estoques.
- b) A produção é muito rápida.
- c) Falta planejamento estratégico.
- d) Falta planejamento da capacidade.
- e) É muito flexível.

2. A filosofia JIT busca contínua e incessantemente eliminar ou reduzir:

- a) Planejamento.
- b) Programação.
- c) Flexibilidade.
- d) Desperdícios.
- e) Variedade de produtos.

3. Produção empurrada significa que:

- a) O material precisa ser transportado de um departamento para outro.
- b) A produção acontece com base na previsão da demanda.
- c) Só ocorre o fluxo abaixo.
- d) Só ocorre o fluxo acima.
- e) Os estoques são pequenos.

Seção 4.2

Sistema Kanban

Diálogo aberto

Olá, aluno. Vamos dar continuidade à caminhada que o levará a adquirir a **competência geral**, que conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade. Você também irá adquirir a **competência técnica**, que consiste em conhecer e estar apto a utilizar o sistema de PPCP no chão de fábrica.

Nesta seção conheceremos mais sobre o Kanban, o sistema de gestão visual operacional do *just in time* (JIT): iremos sincronizar e fornecer instruções aos fornecedores e clientes tanto dentro da fábrica quanto fora da fábrica. Ainda com relação ao funcionamento do Kanban, veremos os cartões que comunicam os fornecedores internos ou externos sobre uma produção, as quantidades necessárias, tipo de embalagem e local de armazenamento. Também aprenderemos como dimensionar o quadro Kanban, o momento correto do disparo da produção e o número de cartões necessários nas cores verde, amarela e vermelha.

Para praticar os conceitos aprendidos, continuaremos trabalhando com a empresa Allpack, que presta serviços de embalagens. A empresa opera há 18 anos e começou com a iniciativa do Sr. Nozawa, que vendia caixas de papelão. Ele percebeu uma boa oportunidade em prestar esse tipo de serviço.

O Sr. Nozawa e seus gestores aprenderam na primeira seção desta unidade como detectar os desperdícios gerados em uma empresa e, principalmente, quais atividades ou operações agregam valor ao cliente.

Nesta seção você recebeu as informações sobre um processo com duas operações: montagem de kits e embalagem *Flowpack*.

Veja link com esse tipo de processo de embalagem, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Q1tlisOPku0>>. Acesso em: 31 ago. 2016. O primeiro é o processo cliente, e o segundo, o processo fornecedor. O processo de embalagem *Flowpack* está distante do ponto de consumo do processo de montagem de kits. Isso costuma causar filas, esperas e rupturas de entregas.

Você também recebeu informações sobre a demanda de um produto com alta frequência de consumo que passa por esses processos, como segue:

Demanda de 1.200 peças/dia, acondicionadas em 30 peças por embalagem (contenedor); são feitos 5 *setups*/dia, o tempo de movimentação é 0,15 (15%) ao dia e o estoque de segurança é de 10%.

Você tem dois desafios para colaborar com o Sr. Nozawa:

1. Desenhar o sistema Kanban com os processos apresentados.
2. Dimensionar as quantidades de cartões Kanban de retirada e de produção.

Não se preocupe, aprenderemos passo a passo como construir esse trabalho e resolveremos os problemas expostos.

Bons estudos!

Não pode faltar

Na seção anterior nós conhecemos mais sobre *just in time*, que é uma filosofia de administração de operações e materiais iniciada no Sistema Toyota de Produção (STP). Vimos que a principal diferença entre o JIT e os sistemas tradicionais de administração de operações e materiais suportados pelo sistema MRP é que o JIT trabalha com produção puxada, ou seja, a produção só é disparada quando há a confirmação do pedido pelo cliente e o sistema tradicional. No sistema com produção empurrada, a manufatura é executada a partir da previsão da demanda, independentemente se há confirmação do cliente ou não.

Uma ferramenta importante para a utilização do JIT é o Kanban. De acordo com Pascal (2008), o Kanban é uma ferramenta

visual usada para operacionalização do JIT: geralmente, um cartão dentro de um envelope retangular com as seguintes informações: fornecedor da peça ou do produto, o cliente, o local de armazenamento do item e como ele deve ser transportado (tamanho da caixa e método de transporte).

De acordo com Shingo (1996), o Kanban é importante para regular o fluxo dos materiais e informações, manter o estoque a um número mínimo e proporcionar controle visual para que essas funções sejam executadas com precisão. Isso contribui para a simplificação do trabalho administrativo e para dar autonomia ao chão de fábrica. Já Tubino (2006) ressalta que o Kanban simplifica as atividades de curto prazo desempenhadas pelos profissionais do PPCP, delegando-as aos próprios funcionários do chão de fábrica.

Além da forma mais utilizada do cartão Kanban, Pascal (2008) descreve outras formas de Kanban possíveis:

a) Um espaço aberto em uma área de produção que indica que alguém retirou um produto e que a lacuna deve ser preenchida.

b) Uma linha em uma esteira ou em uma prateleira de estoque. Quando o estoque cai abaixo da linha, peças de reposição são produzidas.

c) Um espaço aberto em uma plataforma de transporte. Serão produzidas as peças que serão repostas na plataforma.

d) Uma caixa de peças vazia com espaços para um número específico de peças.



Exemplificando

A doceria Mil Pedacos utiliza uma caixa de folhas A4 para o faturamento de seus produtos. Durante algum tempo, aconteceu que esqueciam de avisar que as folhas estavam acabando no estoque e o faturamento atrasava por falta de folhas.

A Sra. Gertrudes pensou na seguinte solução: colocou um armário com duas gavetas próximo ao local de faturamento e, em cada gaveta, uma caixa de folhas A4. Instruiu seus funcionários a seguinte rotina: quando alguém retirava o último pacote da primeira gaveta, essa pessoa deveria

acionar o fornecedor para que uma caixa fosse entregue. Enquanto as folhas da segunda gaveta eram consumidas, uma nova caixa era repostas.

Sem saber, a Sra. Gertrudes implantou um sistema de Kanban na empresa. Dias (1997) menciona que a técnica de controle de estoque de duas gavetas pode ser considerada uma forma de Kanban.

Antes de darmos sequência ao aprendizado sobre quadros e cartões Kanban, nós precisamos conhecer o que é o termo supermercado para o JIT.

Supermercado é um estoque controlado de peças, usado para programar um processo fluxo acima através de algum tipo de Kanban. Apesar de ser um estoque controlado, o supermercado não deixa de ser um estoque e, por isso, deve ser evitado. A situação ideal é que a empresa pratique a produção de uma peça só a cada puxada. Porém, raramente isso é possível pelas seguintes razões:

a) Desencontros de tempos de ciclo. Alguns processos, como prensar, operam em um ciclo muito rápido e precisam ser trocados para servir a múltiplas famílias de produtos. Outros, como injeção plástica, tratamento de calor e tintura operam em ciclos muito mais lentos que os demais processos (gargalos).

b) Distância. Alguns processos, como as instalações de fornecedores em outro estado ou outro país, estão muito longe geograficamente, e a expedição de uma peça por vez não é prática.

c) Instabilidade de processos ou *lead time* longo. Alguns processos não são confiáveis o suficiente para acoplá-los diretamente a outros processos da operação. Outros têm um lead time longo demais para fazer parte de uma sequência de processo.

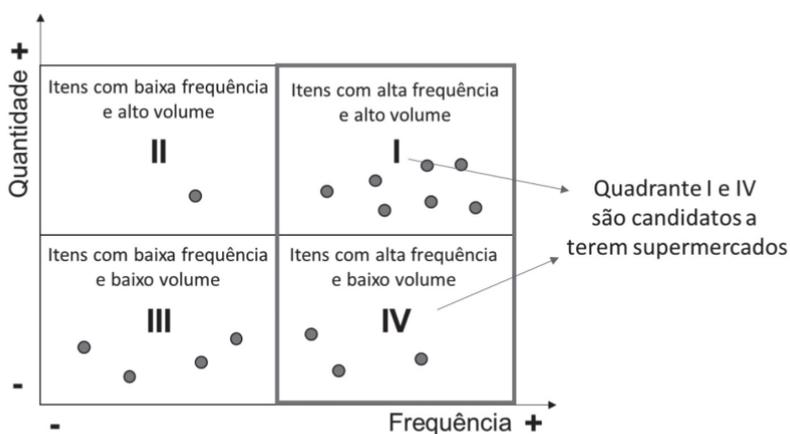
O desafio dos gestores e grupos que trabalham com JIT é de tornar os supermercados cada vez menores ou mesmo eliminá-los. É interessante criar fluxo em células trabalho, com máquinas (de pequeno porte) e pessoas próximas umas das outras, para que se possa movimentar as peças em pequenos lotes e em curtas distâncias.

A analogia do supermercado é utilizada porque os procedimentos são os mesmos utilizados em supermercados:

- Itens que saem mais são exigidos em maiores quantidades e em locais privilegiados.
- Itens que saem menos existem em menores quantidades, nas prateleiras mais baixas.
- Itens esporádicos somente se compra sob encomenda.

Pascal (2008) utiliza os termos *runners* ou *repeaters* para pedidos de alto volume. E dá o nome de “frequência” e “estranhos” ou “gatos e cachorros” para pedidos de baixo volume. Shingo (1996) orienta sobre como identificar quais produtos devem ser selecionados para a formação de supermercados, de acordo com as quantidades e frequências de demanda (vide Figura 4.3). Os itens com alta frequência de demanda são candidatos a terem supermercados, e aqueles com baixa frequência podem ser produzidos sob encomenda (projeto) ou programação empurrada.

Figura 4.6 | Análise de demanda (quantidade x frequência)



Fonte: adaptada de Shingo (1996).

Algumas características de um supermercado também ocorrem. Elas são administradas no JIT:

- As gôndolas quase nunca estão todas cheias ao mesmo tempo.
- Os itens que estão acabando são os próximos a serem repostos.
- Durante todo o mês, o supermercado tem o mesmo número de prateleiras, o que varia é a frequência de reabastecimento.



Refleta

Você acredita que o restaurante do seu bairro utiliza o sistema Kanban na sua operação? Vejamos: os garçons registram os pedidos dos clientes em bilhetes (Kanban) e passam os bilhetes por uma janela para a cozinha (produção). Na cozinha, costuma-se ter um cozinheiro mais experiente trabalhando, que determina a melhor combinação e sequência. De acordo com isso, ele coloca os bilhetes em um quadro de cortiça.

Os pratos pedidos com maior frequência costumam ter supermercados com seus componentes e/ou ingredientes, enquanto que os pratos que são raramente pedidos são preparados na hora e, muitas vezes, o próprio cliente já sabe que seu prato levará mais tempo para ser atendido.

Pronto! Agora podemos voltar a falar sobre os cartões Kanban.

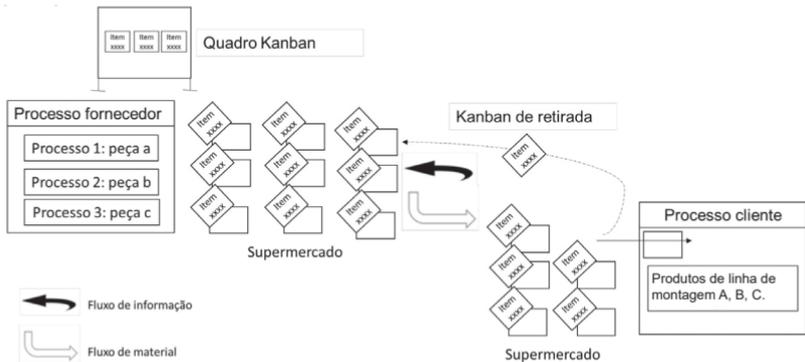


Assimile

Existem dois tipos de cartões Kanban:

1. Kanban de produção ou compra/reposição, que especifica o tipo e a quantidade de produto que o processo fluxo acima (o fornecedor) deve produzir. Quando se utiliza apenas esse cartão, o sistema Kanban é denominado **sistema com um cartão**, e acontece quando o local de consumo do cliente é próximo ao local de produção do fornecedor.
2. Kanban de retirada ou movimentação, que especifica o tipo e a quantidade de produto que o processo fluxo abaixo (o cliente) pode retirar. Esse cartão é utilizado quando o local de consumo pelo cliente está distante do local de produção/fornecimento. Sempre que utilizado, o sistema de Kanban é denominado **sistema com dois cartões** (retirada + produção).

Figura 4.7 | Sistema puxado via kanban utilizando-se cartões de retirada e de produção (dois cartões)

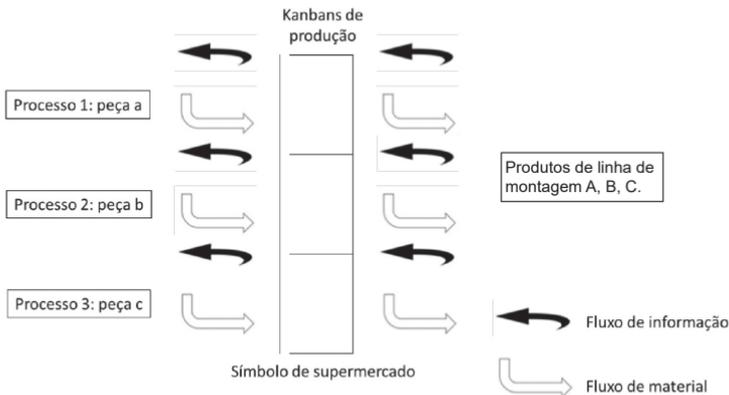


Fonte: Pascal (2008).

O esquema funciona assim: a linha de montagem produz os itens A, B e C usando as peças a, b e c. A linha de montagem adquire o tipo e a quantidade específica de peças a, b e c no supermercado de peças usando kanbans de retirada. A lacuna resultante gera um kanban de produção para os processos 1, 2 e 3, que produzem peças de reposição para preencher a lacuna.

Os kanbans de retirada e produção são trocados no processo do fornecedor. As peças e os processos são sempre acompanhados por um kanban. Somente é produzido o que foi retirado, na ordem em que foi retirado.

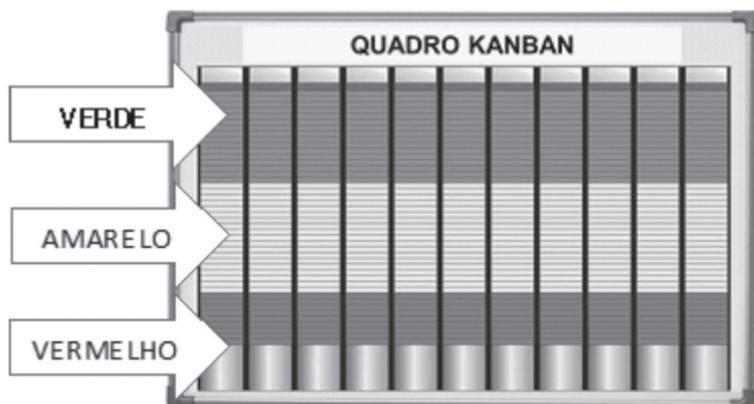
Figura 4.8 | Sistema de puxada via kanban de produção (um cartão)



Fonte: elaborada pelo autor.

Quando o processo cliente retira peças do supermercado, os cartões de produção que acompanhavam as caixas são levados para o processo fornecedor e são colocados em quadros semelhantes ao mostrado na Figura 4.9. Esses quadros devem mostrar à linha de produção qual item que deve ser produzido primeiro e qual o tamanho do lote a ser produzido.

Figura 4.9 | Exemplo de quadro Kanban



Fonte: <<http://www.top10melhores.com.br/wp-content/uploads/2015/09/quadro-para-kanban-comprar-funciona-pre%C3%A7o.jpg>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

Para que o Kanban funcione perfeitamente, algumas regras devem ser seguidas:

Regra 1 - O processo cliente somente retira peças do supermercado quando é necessário, seja para atender a demanda do cliente, seja para repor o supermercado.

Regra 2 - O processo fornecedor só pode produzir itens dos quais possuir kanbans de produção e nas quantidades definidas neles.

Regra 3 - Somente peças boas podem ser colocadas em supermercados.

Regra 4 - O número de kanbans deve ser minimizado, buscando-se ter sempre a mínima quantidade de estoque em processo.

Regra 5 - O kanban é usado para adaptar pequenas flutuações na demanda.

A Figura 4.10 mostra as informações que normalmente são encontradas nos cartões kanban.

Figura 4.10 | Cartão kanban

Número do cartão:	
Área de armazenamento:	Número da peça:
Nome do item:	
Tipo do produto:	
Quantidade/contêiner:	Tipo de caixa:

Fonte: Pascal (2008).

O quadro Kanban possui as cores verde, amarela e vermelha, que trabalham com diferentes quantidades e significados, como mostra o Quadro 4.3:

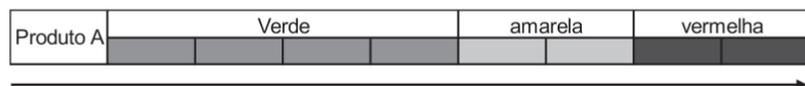
Quadro 4.3 | Quantidade e significados dos cartões kanban no quadro

	Quantidade de cartões	Significado
Verde	Lote de produção.	Não há necessidade de produzir ou comprar (repor).
Amarelo	Lead time de reposição.	É preciso produzir o item.
Vermelho	Proteção necessária.	A proteção está sendo consumida.

Fonte: elaborada pelo autor.

Quando os cartões chegam ao quadro, eles são inseridos primeiramente sobre a faixa verde, depois sobre a amarela e, por fim, sobre a vermelha.

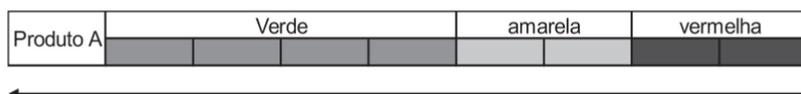
Figura 4.11 | Sentido de inserção dos cartões no quadro



Fonte: elaborada pelo autor.

Quando as peças vão sendo produzidas, os cartões são retirados primeiramente da faixa vermelha, depois da amarela e, por fim, da faixa verde.

Figura 4.12 | Sentido de retira dos cartões do quadro

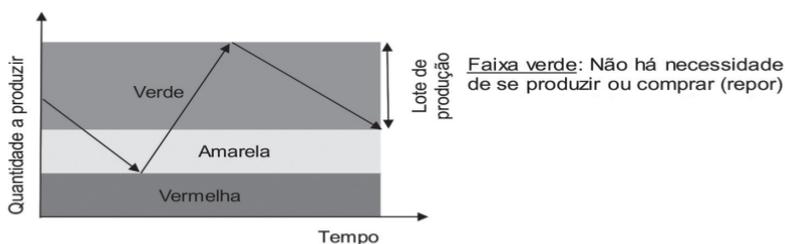


Fonte: elaborada pelo autor.

Os cartões que não estão no quadro estão no supermercado acompanhando as caixas cheias de peças. Quando o quadro está cheio de cartões, o supermercado está vazio e vice-versa.

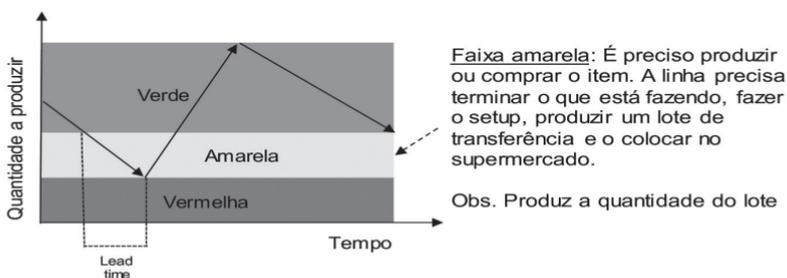
Vamos ver agora como se compõe o supermercado?

Figura 4.13 | Composição da faixa verde do quadro



Fonte: Pascal (2008).

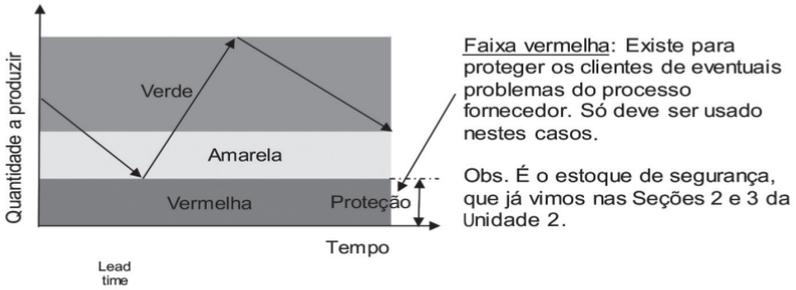
Figura 4.14 | Composição da faixa amarela do quadro



Fonte: Pascal (2008).

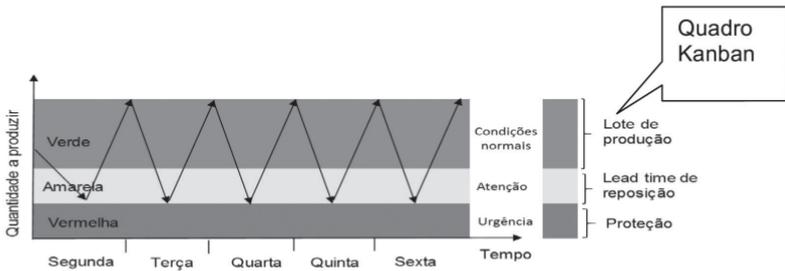
É importante ressaltar que a faixa amarela deve ser calibrada com a prática. Se ela estiver grande demais, os cartões nunca chegarão à faixa vermelha, o que significa que temos estoque demais. Se ela estiver pequena demais, ocorrerá o contrário.

Figura 4.15 | Composição da faixa vermelha do quadro



Fonte: Pascal (2008).

Figura 4.16 | Comportamento esperado do supermercado



Fonte: Pascal (2008).

Agora, vamos calcular a quantidade de cartões necessários para compor o quadro Kanban? Tubino (2010) considera que o cálculo do número de cartões kanban pode ser encarado sob dois aspectos:

1. O **tamanho do lote** do item para cada contenedor e cartão. Na prática, apesar de a busca pelo lote unitário ser contínua, normalmente definimos o tamanho do lote em função de dois fatores:

- O número de *setup* que nos dispomos a fazer por dia.
 - Quanto maior for o tempo de *setup*, maior o tamanho do lote para diluir seus custos e menor a sua frequência de produção diária.
- O tamanho do contenedor onde serão colocados os itens.
 - Deve-se procurar reduzir os tipos de contenedores.

2. O **número total de contenedores e cartões** por item, definindo o nível total de estoques do item no sistema.

- A determinação do número de cartões kanban é função do tempo gasto para a produção e movimentação dos lotes no sistema produtivo, bem como da segurança projetada.

O cálculo recomendado por Tubino (2010) é o seguinte:

$$N = \left[\frac{D}{Q} \times T_{prod} \times (1+S) \right] + \left[\frac{D}{Q} \times T_{mov} \times (1+S) \right]$$

Onde:

N = número total de cartões no supermercado.

D = demanda média do item (geralmente diária).

Q = tamanho do lote do cartão kanban.

T_{prod} = tempo de processamento médio por contenedor (em fração decimal do dia).

T_{mov} = tempo de requisição (transporte + espera) em fração decimal do dia.

S = coeficiente de segurança (%).



Exemplificando

A fábrica de fixadores tem demanda de 1.500 peças/dia de arruela polida, e seu gestor industrial gostaria de implementar um processo piloto de Kanban para esse produto, devido à alta frequência de consumo. O produto é acondicionado em contenedores padrões em lotes de 50 peças/cartão e, em função dos custos de *setup* da máquina, realiza-se quatro preparações por dia e o tempo de movimentação é de 0,20 (20%) ao dia. Vamos calcular o número de cartões necessários para o funcionamento do sistema, admitindo-se um estoque de segurança de 15%?

D = 1.500 peças/dia.

Q = 50 peças/cartão.

$T_{prod} = 1 \text{ dia} / 4 \text{ setups} = 0,25 \text{ (25\%)}$.

$T_{mov} = 0,20 \text{ (20\%)}$.

Usa-se a fórmula:

$$N = \left[\frac{1500 \times 0,25 \times (1+0,15)}{50} \right] + \left[\frac{1500 \times 0,20 \times (1+0,15)}{50} \right].$$

$N = 8,625 + 6,9$ ou $N = 9$ cartões kanban de produção + 7 cartões kanban de retirada ou movimentação. O número total de cartões kanban e contenedores no sistema será de 16, ou seja, um estoque total de 800 itens (16 cartões x 50 peças/cartão), sendo nove contenedores com seus cartões kanban de produção no supermercado do fornecedor/produtor e sete cartões kanban de retirada referentes ao supermercado próximo ao ponto de consumo do cliente.

É importante comentar que quando o tempo de movimentação é igual a zero o sistema Kanban é de um cartão, ou seja, trabalha-se apenas com o kanban de produção.

Caro aluno, como já vimos ao longo do curso, os profissionais de PPCP e gestores das empresas devem ter uma preocupação contínua em reduzir os tempos de setup e otimizar a utilização dos recursos por meio de planos consistentes de manutenção das máquinas e redução de absenteísmo. Assim, os lotes de produção e estoque de segurança podem ser reduzidos e, conseqüentemente, os tamanhos dos supermercados.



Pesquise mais

Ainda há muito o que se conhecer e, principalmente, aplicar sobre o JIT e sistemas Kanban, mas já há bons trabalhos de implementação no Brasil. Vale a pena dar uma conferida em artigos do gênero. No link disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0649.PDF> (acesso em: 18 ago. 2016) você pode ver o exemplo de uma dessas implementações de sistema Kanban.

Você já avançou bastante em planejamento de produção e no conhecimento sobre o Sistema Toyota de Produção. Você já sabe,

também, que o JIT e o Kanban pode ser muito importantes na redução de custos e satisfação dos clientes. Invista tempo em aprender mais sobre esses sistemas e ferramentas.

Vamos agora praticar um pouco mais?

Sem medo de errar

Nós voltaremos agora ao caso do Sr. Nozawa, que lhe forneceu algumas informações relacionadas ao sistema Kanban, que pretende instalar em sua fábrica. Você deverá desenhar para ele como será o Kanban e deverá dimensionar os cartões das faixas verde, amarela e vermelha.

O primeiro passo deve ser o de desenhar o Kanban, onde estão as operações apresentadas e onde deve se instalar os supermercados. Lembre-se de que uma operação está distante da outra, e que essa informação deve ser considerada no momento de se desenhar um sistema Kanban.

O segundo passo é dimensionar as quantidades de cartões necessárias utilizando a seguinte fórmula:

$$N = \left[\frac{D}{Q} \times T_{prod} \times (1+S) \right] + \left[\frac{D}{Q} \times T_{mov} \times (1+S) \right]$$

Lembre-se que o dimensionamento das quantidades de cartões deve ser revisado constantemente, porque qualquer alteração na operação pode significar um novo dimensionamento. Por isso, praticar esses cálculos e experimentá-los na operação é essencial para os profissionais de PPCP.

Vamos praticar?



Atenção

No item "Não pode faltar" há um exemplo para o cálculo da quantidade de cartões kanban.

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e depois compare-as com as de seus colegas.

Indústria Só Vedação

Descrição da situação-problema

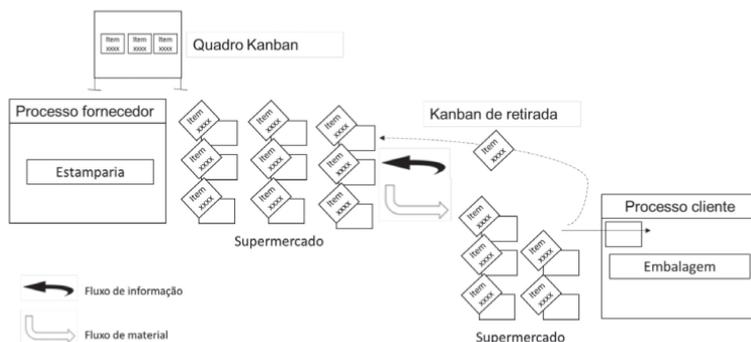
Os gestores da indústria Só Vedação pretendem implementar um piloto de sistema Kanban em sua fábrica e, para isso, destacaram um produto com alta frequência para avaliação: seu vedador de linha branca. O produto tem demanda diária de 2.000 peças/dia. A embalagem padrão do produto é de dez peças por caixa (contenedor). São feitos dois *setups* diários, o tempo de movimentação é de 0,15 ao dia (15%) e o estoque de segurança é de 12%.

O processo fornecedor avaliado é de estamparia, e o processo cliente é a embalagem. A distância entre os dois processos é grande e será preciso desenhar um sistema Kanban com dois cartões: de retirada e de produção.

A partir das informações apresentadas, calcule os cartões necessários para o sistema Kanban e desenhe o processo com seus supermercados e fluxos de informação e de material.

Resolução da situação-problema

1. Desenho do sistema Kanban



Fonte: elaborada pelo autor.

2. Fórmula para cálculo dos cartões:

$$N = \left[\frac{D}{Q} \times T_{prod} \times (1+S) \right] + \left[\frac{D}{Q} \times T_{mov} \times (1+S) \right]$$

$D = 2.000$ peças/dia; $Q = 10$.

$T_{prod.} = 1/2$ setups/dia = 0,50 (50%).

$T_{mov.} = 0,15$ (15%) ao dia.

Estoque de segurança = 12%.

$$N = \left[\frac{2000}{50} \times 0,50 \times (1+0,12) \right] + \left[\frac{2000}{50} \times 0,15 \times (1+0,12) \right].$$

$N = 112 + 33,6$, ou seja, $N = 112$ cartões kanban de produção + 34 cartões kanban de retirada ou movimentação = 146 cartões.

O número total de cartões kanban e contenedores no sistema será de 146, ou seja, um estoque total de 1.460 itens (146 cartões x 10 peças/cartão), sendo 112 contenedores, com seus cartões kanban de produção no supermercado do fornecedor/produzidor e 34 cartões kanban de retirada referentes ao supermercado próximo ao ponto de consumo do cliente.



Atenção

Com a prática, você vai perceber que qualquer alteração em uma das variáveis de cálculo pode alterar muito a quantidade de cartões kanban. Por exemplo, quanto mais longo o tempo de setup e, conseqüentemente, menos setups ao longo do dia, maior a necessidade de cartões.



Faça você mesmo

O Sr. Ricardo, da empresa Lapar, pretende implantar o sistema Kanban em sua fábrica de parafusos e selecionou duas operações para um projeto piloto. A operação de banho químico é a operação cliente, e a operação de fresa é a operação fornecedor. Há um supermercado entre elas.

Sua missão será desenhar o processo Kanban com os fluxos de material e informação, sinalização de kanbans de retirada e produção, incluindo o supermercado.

Outras informações importantes foram fornecidas:

A demanda/dia de seu parafuso sextavado é de 8.000 peças. A embalagem padrão do produto é de 40 peças por caixa. São feitos cinco setups/dia. Não há tempo de movimentação, e o estoque de segurança é de 25%.

Com essas informações, você deve dimensionar os cartões Kanban e desenhar o sistema Kanban.

Note que não há tempo de movimentação, ou seja, não há necessidade de cartões kanban de movimentação ou retirada. Boa sorte!

Faça valer a pena

1. É um estoque controlado de peças usado para programar um processo fluxo acima através de algum tipo de Kanban.

O texto-base se refere-se ao:

- a) MRP.
- b) CRP.
- c) Supermercado.
- d) Dimensionamento dos quadros.
- e) RRP.

2. Quando os cartões estão na faixa verde do quadro Kanban, significa que:

- a) Deve-se produzir o lote econômico.
- b) Deve-se produzir o estoque de segurança.
- c) Deve-se produzir até a faixa amarela.
- d) Deve-se produzir até a faixa vermelha.
- e) Não se deve produzir ou repor.

3. Se ela(s) estiver(em) grande(s) demais, os cartões nunca chegarão à faixa vermelha, o que significa que temos estoque demais. Se ela(s) estiver(em) pequena(s) demais, ocorrerá o contrário.

O texto-base refere-se a qual(is) faixa(s) do quadro Kanban?

- a) Verde.
- b) Amarela.
- c) Vermelha.
- d) Verde e amarela.
- e) Vermelha e verde.

Seção 4.3

Nivelamento de produção

Diálogo aberto

Olá, aluno. Vamos dar continuidade à caminhada que o levará a adquirir a **competência geral**, que conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade. Você também irá adquirir a **competência técnica**, que consiste em conhecer e estar apto a utilizar o sistema de PPCP no chão de fábrica.

Nesta seção aprenderemos como nivelar uma produção e quais benefícios esse nivelamento pode trazer para as empresas e para os clientes. Para praticar os conceitos e ferramentas aprendidos, continuaremos a trabalhar com a empresa Allpack, de propriedade do Sr. Nozawa, que tem se empenhando em seguir suas recomendações sobre como aplicar a filosofia JIT na sua fábrica, como puxar a produção a partir da demanda do cliente e como controlar e reduzir os estoques utilizando gestão visual, como o Kanban, por exemplo.

Como os resultados têm se mostrado favoráveis e as pessoas estão motivadas com as soluções apresentadas nesta unidade, o Sr. Nozawa lhe pediu para mostrar o que é nivelamento de produção e como calcular as faixas verde, amarela e vermelha para gestão da situação de estoque em um quadro *Heijunka*, conforme veremos mais adiante.

Para isso, ele forneceu informações sobre uma família de produtos de lâmina de barbear embalada em sua empresa, por sua alta frequência de consumo:

A Figura 4.17 apresenta a demanda de um período de 12 dias e como é realizada a programação desses produtos.

Figura 4.17 | Demanda e programação da família de produtos lâmina de barbear

Período de produção de 12 dias				3 240 Até 3 anos				1 080 De 3 a 5 anos				1 080 Acima de 5 anos			
450	450	180	90	450	450	180	90	450	450	180	90	450	450	180	90
1/4	1/4	1/4	2/4	1/4	1/4	1/4	2/4	1/4	1/4	1/4	2/4	1/4	1/4	1/4	2/4
		+	+			+	+			+	+			+	+
		270	360			270	360			270	360			270	360
		2/4	3/4			2/4	3/4			2/4	3/4			2/4	3/4
1080 até 3 anos				1080 até 3 anos				1080 até 3 anos				1080 até 3 anos			
360 (3 a 5 anos)				360 (3 a 5 anos)				360 (3 a 5 anos)				360 (3 a 5 anos)			
360 (acima de 5 anos)				360 (acima de 5 anos)				360 (acima de 5 anos)				360 (acima de 5 anos)			

Fonte: elaborada pelo autor.

O Sr. Nozawa também detalhou algumas informações sobre o produto Lâmina Plus:

- Demanda diária: 180 peças.
- Lote econômico: 44 peças.
- Embalagem padrão (contentor e tamanho do kanban): 4 peças.
- *Lead time* de reposição de um kanban/um contentor: 0,18 (fração do dia de trabalho).
- Estoque de segurança: 0,05 (fração do dia de trabalho).
- Dia de trabalho: 660 minutos.

Seu desafio será demonstrar ao Sr. Nozawa e a seus gestores como poderia ser nivelada a produção diária das lâminas de barbear e calcular as faixas verde, amarela e vermelha para o produto Lâmina Plus.

Fique tranquilo, porque a seguir veremos como realizar esse trabalho em “Não pode faltar”. Bons estudos!

Não pode faltar

Continuaremos avançando na programação fina do chão de fábrica utilizando a filosofia JIT de administração de materiais e produção. Aprenderemos mais sobre o JIT na primeira seção e também sobre as técnicas e ferramentas que auxiliam a empresa a entregar os produtos na quantidade certa e no tempo certo. Na Seção 4.2, vimos como funciona o Kanban e como dimensioná-lo. Nesta seção, conheceremos mais sobre *Heijunka* ou nivelamento de produção, que significa distribuir o volume e a mistura de produção (mix de produção) de forma equilibrada através do tempo.



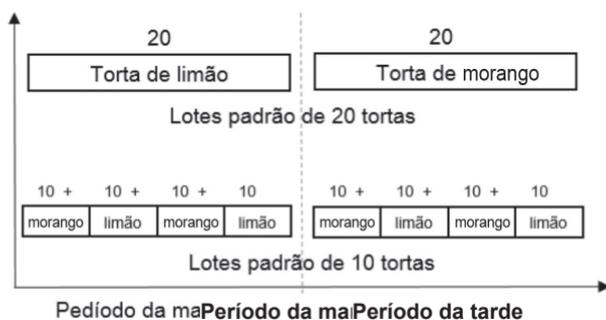
Exemplificando

A padaria Flor da Freguesia do Ó, em São Paulo, tem como carros-chefes suas tortas de limão e de morango. Os clientes adoram essas tortas, que são produzidas diariamente. Acontece o seguinte: as tortas de limão eram produzidas no período da manhã, e as tortas de morango, no período da tarde, porque o gestor da cozinha utilizava a batedeira grande para uma massa, depois limpava a batedeira e iniciava, no período da tarde, a produção da torta de morango.

Muitas vezes, os clientes saíam insatisfeitos, porque queriam um dos sabores que não estava pronto naquele momento, e só seria possível consumir se viessem em outro período do dia.

Diante de inúmeras reclamações, o proprietário decidiu comprar duas batedeiras menores. Assim, era possível preparar porções menores dos dois produtos e atender melhor aos clientes. O gestor, acostumado a trabalhar com grandes lotes, não gostou muito da ideia, mas teve que aderir à mudança e o sucesso foi imediato junto aos clientes. Veja na Figura 4.18 como era a programação (parte superior da figura) e como ficou (parte inferior). Os clientes consomem o produto recém produzido a qualquer hora do dia.

Figura 4.18 | Programação em grandes lotes (produção anterior) x programação em lotes menores (produção atual)



Fonte: elaborada pelo autor.

De acordo com Pascal (2008), para permitir que os processos produzam a peça certa na quantidade certa e no momento certo, é necessário estabilizar a produção, trabalhando com duas variáveis:

a) Quanto à variação das quantidades dos seus pedidos: é difícil para qualquer operação administrar um pedido de 50 peças em um momento e de 250 peças num próximo momento. Isso exigiria excesso de capacidade ou produção antecipada (gerando estoques).

b) Quanto à redução do lote de produção: ainda nos dias de hoje, em que a variedade de produtos ou *mix* de produção é grande e as quantidades de entregas (consumo) são cada vez menores, há gestores operacionais que programam produções longas de um tipo de produto, evitando as trocas (*setups*). A consequência dessa forma de programar a fábrica é que os *lead times* aumentam, porque torna-se difícil servir os clientes que querem algo diferente do lote que está sendo produzido no momento. Uma decisão que se costuma adotar é a de investir em um grande estoque de produtos finais, com a esperança de que o produto estará na prateleira quando solicitado. Essa ação gera altos volumes de estoques e, mesmo assim, o cliente muitas vezes fica insatisfeito.



Assimile

Setup ou preparação da máquina/operação: atividade(s) que envolve(m) mudar uma máquina para produzir um componente ou item diferente. Inclui mão de obra, tempo para fazer a mudança, limpeza e novas ferramentas ou acessórios. No tempo de setup deve ser considerado do término da última peça do lote anterior até a liberação da primeira peça do lote atual.

Vamos ver primeiramente como tratar os pedidos? Para ter maior controle sobre a variável “pedidos”, é preciso entender a demanda do cliente quanto a:

➤ Volume: como varia a quantidade em relação ao tempo/período? Existem picos e vales (exemplo: Dia das Mães, Dia dos Namorados, feriados importantes)? O negócio é sazonal (Páscoa, Natal, produtos que aquecem, como jaquetas de couro ou gelados, como sorvete)?

➤ Combinação: que produtos e serviços fazem parte do volume? A análise de produto/quantidade pode ser útil. Pode-se adotar um gráfico de barras de quantidade para cada produto vendido. Geralmente descobre-se que 20% dos produtos fazem parte de 80% do volume (o princípio de Pareto).



Pesquise mais

O diagrama de Pareto é importante para a análise e solução de problemas de diferentes disciplinas, como qualidade, economia, administração, engenharia etc., porque é possível detectar pequenos problemas que são críticos e causam grandes perdas. Veja mais no link disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=b-phFzLnBNA>>. Acesso em: 8 ago. 2016.

➤ Variação – qual a variação na demanda por cada produto? É muito útil planejar o coeficiente de variância (COV) da demanda por cada produto.



Assimile

O COV é definido como o desvio padrão dividido pela média. Lembra-se de quando falamos dos *runners*, *repeaters* e estranhos (gatos e cachorros) na seção anterior? Pois bem, vamos saber como identificá-los por meio do COV.

- *Runners*: pedidos de alto volume e alta frequência com baixa variação na demanda (exemplo: COV menor de 1). Pode-se usar linhas dedicadas a *runners*.

- *Repeaters*: volume e frequência de pedido moderados e variação na demanda moderada (exemplo: COV de 1 a 1,5). Poderíamos agrupar *repeaters* com peças semelhantes e produzi-las em células de trabalho.

- Estranhos (gatos e cachorros): pedidos com baixo volume e baixa frequência com uma alta variação na demanda. É mais provável que se faça esse tipo sob demanda/encomenda ou projeto.

Pascal (2008) recomenda três opções para a operação se ajustar às constantes mudanças na demanda do cliente:

1. Absorver as mudanças diárias na demanda com uma loja de produtos finais.

2. Funcionar com um pouco de hora extra a cada turno ou no sábado, de vez em quando.

3. Ajustar o tempo *takt* (ou *takt time*), e alternar o número de operadores.



Assimile

O tempo *takt* fornece a frequência da demanda, ou seja, com que frequência deve-se produzir um produto, e pode ser calculado assim:

$Takt = \text{tempo de operação diária} / \text{quantidade demandada por dia}$.

Por exemplo: o pedido diário de um produto é de 890 unidades e a operação trabalha em dois turnos de 445 minutos cada. O tempo *takt* será:

$$Takt = (445 + 445) / 890 = 1 \text{ minuto}$$

Tempo *takt* é diferente do tempo de ciclo, que é o tempo real que leva para completar o processo. A meta é sincronizar, o máximo possível, o tempo *takt* e o tempo de ciclo, porque isso permite integrar processos em células que dão suporte às metas de produção.

O tempo *takt* auxilia-nos a entender a situação da produção com uma simples observada. Por exemplo, se o tempo *takt* for um minuto, deve-se ver um produto passar por nós a cada minuto. Se o produto passa a cada dois minutos, sabemos que o cliente não terá o produto ou serviço disponível. Se passa a cada 50 segundos, é sinal que algumas ou todas operações estão trabalhando com recursos superdimensionados.



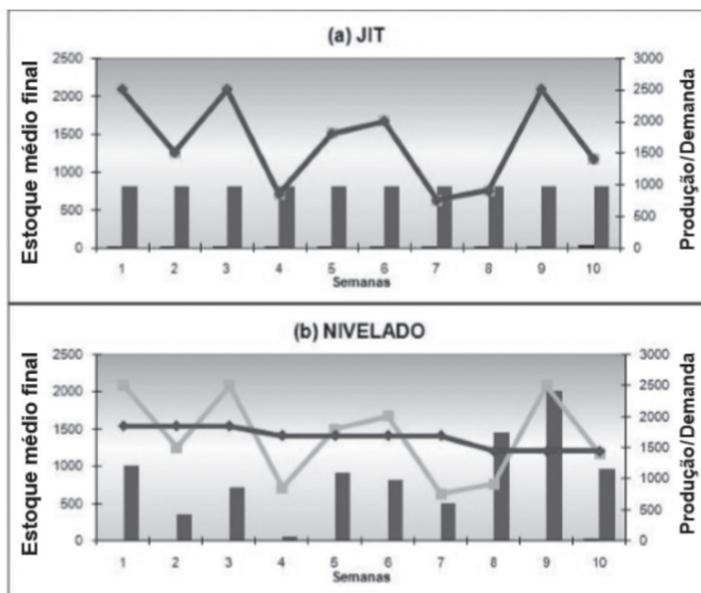
Exemplificando

Na padaria Flor da Freguesia do Ó havia três períodos de movimento: café da manhã, almoço e jantar, e longos períodos ociosos. Ou tinha pessoal sobrando ou faltando, ou estoque demais ou estoque de menos. O proprietário decidiu tentar nivelar melhor as demandas, da seguinte maneira:

- Promovendo lanches para o meio da manhã e meio da tarde.
- Promovendo *happy hour* no fim da tarde.
- Desenvolvendo um serviço *delivery*.

Liker (2005) afirma que o foco mais comum das implementações de ferramentas enxutas está na identificação e eliminação de desperdícios, mas muitas empresas não conseguem alcançar o processo de estabilizar o sistema e criar uniformidade, pois não avançam na implementação do nivelamento da produção. O autor ressalta que enquanto a produção puxada (JIT) tem foco no nivelamento de estoques, o *Heijunka* foca no nivelamento da produção. Veja na Figura 4.20 que os níveis de estoque estão representados pelas barras verticais, a demanda pela linha mais clara e a produção pela linha mais escura.

Figura 4.20 | Comportamento da produção e níveis de estoque em função da demanda em um sistema somente puxado (a) e em um sistema nivelado (b)



Fonte: Liker (2005).

Araújo (2009) destaca alguns benefícios do nivelamento da produção, como mostra o Quadro 4.4:

Quadro 4.4 | Benefícios do nivelamento da produção

BENEFÍCIO	JUSTIFICATIVA
Diminuição do tamanho dos lotes e menores estoques.	Pela diminuição dos tempos de <i>setups</i> e a produção mais variada em termos de volume.
Melhor ambiente para trabalhadores (maior motivação para o trabalho).	Evita-se a sobrecarga de trabalho e períodos de ociosidade.
Melhor situação para fabricantes/minimização dos custos	Melhor aproveitamento de recursos financeiros pela redução dos desperdícios.
Redução do "efeito chicoteamento" ao longo da cadeia produtiva/absorção da instabilidade do sistema.	Maior alinhamento com fornecedores e clientes devido à previsibilidade da produção pelo planejamento de longo prazo.
Alocação dos recursos (equipamentos, mão de obra etc.) de forma mais balanceada e maximizada.	Melhor dimensionamento da produção atendendo ao tempo <i>takt</i> , num planejamento de longo prazo.
Maior satisfação dos clientes.	Obtenção do produto na data desejada.
Diminuição do risco de manter itens que não serão vendidos.	A diminuição do tamanho dos lotes e distribuição melhor do <i>mix</i> acumula menores quantidades de um mesmo item.
Maior flexibilidade.	Distribuição mais frequente dos itens nos períodos.

Fonte: Araújo (2009).

Vamos conhecer agora o que é a caixa de *Heijunka*? De acordo com Pascal (2008), é uma caixa de programação de produção que apresenta visualmente quando, o que e quanto produzir. O próprio operador de produção coloca o cartão *kanban* na caixa *Heijunka* com base nos pedidos daquele dia, e essa é uma grande vantagem da programação via *Heijunka*, porque a programação feita pelo chão de fábrica se torna mais participativa, prática e flexível.

Existem alguns modelos de quadro *Heijunka*. Veremos aqui o exemplo apresentado por Tardin e Lima (2000). O quadro é dividido em duas partes: a parte inferior apresenta a situação de estoque, e a parte superior, as ordens de produção. A situação de estoque é dividida por produtos e deve ter espaço para se colocar a quantidades totais de *kanbans* de produção de cada um dos itens. A ordem de produção deve ser grande o suficiente para acomodar o número de cartões que podem ser produzidos durante o turno ou um determinado período de tempo. No exemplo da Figura 4.21, temos a programação de um dia de trabalho.

Figura 4.21 | Modelo de quadro *Heijunka* de nivelamento com régua de tempo e programação Kanban



Fonte: Tardin (2001).

Os autores descrevem o funcionamento assim: toda vez que um produto for consumido pelo cliente o kanban que acompanhava a embalagem do produto entra no quadro *Heijunka* no local destinado ao produto, dentro da situação de estoque. Cada uma das áreas dos produtos é dividida em faixas verde, amarela e vermelha, que apresentam a situação atual do produto. Como vimos na Seção 4.2, os cartões são inseridos primeiramente sobre a faixa verde, depois sobre a amarela e, por último, sobre a vermelha. A ordem de produção é uma régua onde os operadores colocam os kanbans na sequência de produção, podendo-se visualizar em que horários eles deverão ser produzidos (mostrados na régua de tempo). Os autores recomendam que a régua seja preenchida de forma dinâmica e flexível pelos operadores, que colocam os cartões na sequência de produção. Em alguns casos, os intervalos de produção são idênticos (itens A e E), porém, em outros casos pode haver intervalos diferentes (item D, por exemplo).

Nem sempre o ritmo de produção dos diferentes itens é igual, bem como há situações em que os tempos de troca no recurso para produção de diferentes itens é bastante relevante.

Os autores apresentam um exemplo prático sobre o funcionamento do quadro (veja a Figura 4.22). Considerando que os tempos de produção de cada kanban dos itens inseridos no quadro são: A – 1h; B – 1h25; C – 30 min.; D – 1h 30 min; E – 1h; os cartões kanban serão confeccionados proporcionalmente no tamanho de seu tempo de execução, inclusive o cartão cinza, que equivale ao tempo de preparação da célula de trabalho, que é de 15 minutos.

Lote econômico – 100 peças (aprenderemos a calcular na próxima seção).

Embalagem padrão (contentor e tamanho do kanban) – 20 peças.

Lead time de reposição de um kanban/um contentor – 0,11 (parte do dia de trabalho: 75 min. do tempo de reposição/660 minutos tempo disponível de trabalho).

Estoque de segurança – 5%.

Pronto, já temos todas as informações necessárias.

Você se lembra de que a faixa verde equivale ao lote de produção? Logo, nesse exemplo, a faixa verde será de 100 peças que, dividindo por 20 peças por embalagem, chegamos a $100/20 = 5$ cartões verdes.

A faixa amarela equivale ao tempo de reposição de um contentor (embalagem) ou cartão kanban. O cálculo para dimensionar a faixa amarela é o seguinte:

Kanban faixa vermelha =

$$\frac{\text{Estoque de segurança (fração de tempo do dia)} \times \text{demanda média diária}}{\text{Peças por embalagem}}$$

$$\text{Kanban faixa vermelha} = \frac{0,05 \times 700}{20} = 1,75 \approx 2 \text{ cartões kanban}$$

É importante ressaltar que acadêmicos e profissionais que trabalham com Kanban e nivelamento de produção utilizam diferentes formas de calcular as faixas verde, amarela e vermelha. O que todos concordam é que deve haver um acompanhamento constante do quadro e adequação sempre que necessário. A recomendação que se faça um “piloto” ou simulação com poucos produtos, e expandir para demais produtos ou famílias de produtos quando os envolvidos nos processos estiverem mais familiarizados com as ferramentas e métodos.



Pesquise mais

O nivelamento da produção é uma etapa importante para a utilização da filosofia JIT, porém, de difícil implementação, porque está diretamente associada à demanda real dos clientes, e também porque é preciso um trabalho conjunto entre clientes externos e internos, bem como de fornecedores externos e internos (manutenção e logística, por exemplo). No link disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2000_E0097.PDF> (acesso em: 10 set. 2016) você pode ver a aplicação de um quadro *Heijunka*.

Que tal praticar um pouco do que aprendemos auxiliando o Sr. Nozawa a nivelar a produção de sua fábrica? Bons estudos!



Refleta

Qual é a função do nivelamento?

Sem medo de errar

Voltamos agora ao caso do Sr. Nozawa, que pediu que você demonstrasse um nivelamento de produção que fosse possível para a família de produtos lâmina de barbear da empresa.

Você irá recomendar ao pessoal da empresa Allpack um nivelamento diário de sua produção e, para isso, primeiramente você deve dividir a demanda informada de cada produto e dividir pelo período apresentado (12 dias). Assim, você pode nivelar as quantidades diárias de produção de cada produto.

A próxima etapa do trabalho será a de calcular as faixas verde, amarela e vermelha para controlar a situação de estoque do produto Lâmina Plus. Para apresentar a quantidade de cartões necessária em cada uma das faixas, você utilizará as seguintes fórmulas apresentadas no item "Não pode faltar".

Em "Avançando na prática" você poderá praticar mais sobre nivelamento de produção e cálculo das faixas verde, amarela e vermelha do quadro *Heijunka*. No final, você deve apresentar ao seu cliente uma sugestão de nivelamento dos produtos analisados e a quantidade de cartões necessários para um dos produtos.

Vamos lá? Agora, é com você!



Atenção

Para auxiliar na resolução da situação-problema, veja a Figura 4.19 do item "Não pode faltar".

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode vir a encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e depois compare-as com as de seus colegas.

Fábrica de ferramentas FVM

Descrição da situação-problema

Os gestores da empresa FVM, que produz ferramentas, está trabalhando com a filosofia JIT há alguns meses e gostaria de saber como nivelar a produção da família de parafusos e como controlar a situação de estoque em um quadro *Heijunka*. Para atingir esses objetivos, foram fornecidas as seguintes informações sobre a programação de 12 dias:

Figura 4.23 | Demanda e programação da família de produtos parafusos (período de 12 dias)

Período de produção de 12 dias											
1500 1/4	1500 1/4	600 1/4	300 2/4	1500 1/4	1500 1/4	600 1/4	300 2/4	1500 1/4	1500 1/4	600 1/4	300 2/4
		+	+			+	+			+	+
		900 2/4	1200 3/4			900 2/4	1200 3/4			900 2/4	1200 3/4
3600 1/4			1200 polido	3600 1/4			1200 polido	3600 1/4			1200 polido
			1200 3/4				1200 3/4				1200 3/4

10800 Parafuso 1/4
 3600 Parafuso polido
 3600 Parafuso 3/4

Fonte: elaborada pelo autor.

Também foram detalhadas algumas informações sobre o produto parafuso 1/4:

Demanda diária: 900 peças.

Lote econômico: 210 peças.

Embalagem padrão (contentor e tamanho do kanban): 30 peças.

Lead time de reposição de um kanban/um contentor: 0,15 (fração do dia de trabalho).

Estoque de segurança: 0,10 (fração do dia de trabalho).

Dia de trabalho: 660 minutos.

Sua missão será apresentar uma sugestão de nivelamento da produção diária, utilizando os três produtos da família e calcular as faixas verde, amarela e vermelha para controle da situação de estoque.

Resolução da situação-problema

Primeiramente, vamos descobrir qual é a demanda diária de cada um dos produtos, dividindo as quantidades informadas pelos 12 dias do período de avaliação:

10.800 Parafusos $\frac{1}{4}$ / 12 dias = 900 parafusos/dia.

3.600 Parafusos polidos / 12 dias = 300 parafusos/dia.

3.600 Parafusos $\frac{3}{4}$ / 12 = 300 parafusos/dia.

Depois de distribuir as quantidades ao longo dos 12 dias, nivelando a produção, temos o seguinte:

Figura 4.24 | Demanda e programação da família de produtos parafusos (período de 12 dias)

10800 Parafuso 1/4											
3600 Parafuso polido											
3600 Parafuso 3/4											
Período de produção de 12 dias											
900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
polido	polido	polido	polido	polido	polido	polido	polido	polido	polido	polido	polido
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4

Fonte: elaborada pelo autor.

Agora, vamos calcular as faixas verde, amarela e vermelha da situação de estoque do produto parafuso $\frac{1}{4}$:

1. Faixa verde = lote econômico/peças por embalagem = $210/30 = 7$ kanbans.

2. Faixa amarela

Kanban faixa amarela =

$$\frac{\text{Lead time de reposição} \times \text{demanda média diária}}{\text{Peças por embalagem}} = \frac{0,15 \times 900}{30} = 4,5 \approx 5 \text{ cartões kanban.}$$

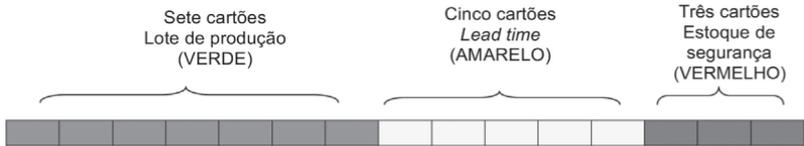
3. Faixa vermelha

Kanban faixa vermelha =

$$\frac{\text{Estoque de segurança (fração de tempo do dia)} \times \text{demanda média diária}}{\text{Peças por embalagem}}$$

$$= \frac{0,10 \times 900}{30} = 3 \text{ cartões kanban.}$$

Figura 4.25 | Demanda e programação da família de produtos parafusos (período de 12 dias)



Fonte: elaborado pelo autor.

Total de cartões no Kanban = 15.

Total de peças = 450 (15 cartões x 30 peças por cartão).



Atenção

Se a faixa vermelha for maior que a faixa amarela, significa que o estoque de segurança está muito alto, mal dimensionado ou a empresa realmente tem grandes problemas de manutenção e/ou qualidade.



Faça você mesmo

A empresa de brinquedos Brincar e Educar tem uma família de brinquedos educativos classificados por idade: até três anos, de três a cinco anos e acima de cinco anos. Sua programação de produção acontece conforme demonstrado a seguir:

Período de produção de 12 dias											
				3.240 Até 3 anos				1.080 De 3 a 5 anos			
				1.080 Acima de 5 anos							
450	450	180	90	450	450	180	90	450	450	180	90
1/4	1/4	1/4	2/4	1/4	1/4	1/4	2/4	1/4	1/4	1/4	2/4
		+	+			+	+			+	+
		270	360			270	360			270	360
		2/4	3/4			2/4	3/4			2/4	3/4
1080 até 3 anos				1080 até 3 anos				1080 até 3 anos			
360 (3 a 5 anos)				360 (3 a 5 anos)				360 (3 a 5 anos)			
360 (acima de 5 anos)				360 (acima de 5 anos)				360 (acima de 5 anos)			

O produto voltado para crianças de até três anos tem:

Demanda diária: 2.700 peças.

Lote econômico: 500 peças.

Embalagem padrão (contentor e tamanho do kanban): 50 peças.

Lead time de reposição de um kanban/um contentor: 0,15 (fração do dia de trabalho).

Estoque de Segurança: 0,10 (fração do dia de trabalho).

Dia de trabalho: 660 minutos.

Com essas informações, dimensione o número de cartões kanban para a faixa verde de posição de estoque do quadro *Heijunka*.

Sua missão será nivelar a produção dos três produtos em produções diárias e dimensionar a quantidade de cartões kanban para as faixas verde, amarela e vermelha de situação de estoque do quadro *Heijunka*.

Faça valer a pena

1. _____ significa distribuir o volume e a mistura de produção (*mix* de produção) de forma equilibrada através do tempo.

O texto-base se refere-se ao:

- MRP.
- CRP.
- 5S.
- Heijunka*.
- PPCP.

2. O _____ fornece a frequência da demanda, ou seja, com que frequência deve-se produzir um produto.

Qual alternativa completa corretamente a lacuna?

- a) tempo de ciclo
- b) tempo de *setup*
- c) tempo de espera
- d) *lead time*
- e) tempo *takt*

3. A empresa Fashion Accessories, de confecção de presilhas para crianças, tem um tempo disponível de 480 minutos diários para produção. Considerando que a demanda da presilha da Branca de Neve é de 500 peças/dia, qual é o tempo *takt*?

- a) O tempo *takt* é de 0,56 minuto.
- b) O tempo *takt* é de 0,96 minuto.
- c) O tempo *takt* é de 1 minuto.
- d) O tempo *takt* é de 0,80 minuto.
- e) O tempo *takt* é de 2 minutos.

Seção 4.4

Lote econômico de produção

Diálogo aberto

Olá, aluno. Vamos dar continuidade à caminhada que o levará a adquirir a **competência geral**, que é conhecer as diferentes técnicas e metodologias para o planejamento, programação e controle dos sistemas de produção, que garantam a eficiência empresarial dentro dos modernos conceitos de produtividade e qualidade. Você também irá adquirir a **competência técnica**, que consiste em conhecer e estar apto a utilizar o sistema de PPCP no chão de fábrica.

Nesta seção, veremos com mais detalhes o lote econômico de produção ou lote econômico de pedido (LEP). Conheceremos os principais componentes que influenciam e são influenciados pelo LEP e como calculá-lo.

Continuaremos trabalhando com a empresa Allpack, do Sr. Nozawa, que tem trabalhado com os conceitos *just in time* (JIT) e as ferramentas japonesas de administração de materiais e operações. Sr. Nozawa já percebeu que o LEP influencia em muitas decisões quando se trabalha com produção empurrada.

Conhecedor da importância do assunto, ele pediu que você mostre a ele como calcular o LEP para uma lanterna que é embalada na Allpack, porque tem boa demanda, porém, o baixo giro de seu estoque tem comprometido a rentabilidade do produto.

Para avançar no trabalho, o Sr. Nozawa lhe forneceu algumas informações e a quantidade produzida em cada lote atualmente. Essa quantidade de lote já é utilizada há muitos anos e foi sugerida de acordo com a experiência de um gestor que até já saiu da empresa. Veja as informações:

- Demanda mensal = 5.000 peças.

- Custo de produção da peça = R\$ 330,00.
- Custo de preparação (*setup*) = R\$ 90,00.
- Custo anual de manutenção do estoque = 25% do custo da peça.
- Tamanho do lote de produção atual = 780 peças.
- Produção por hora = 90 peças.
- Tempo disponível para produção por mês = 160 horas.

Sua missão será de descobrir o custo total atual (considerando os lotes de produção de 780 peças por *setup*), calcular o LEP, o intervalo de tempo entre pedidos (IEP) e o custo total com base no resultado do LEP.

Fique tranquilo, ao longo do item “Não pode faltar” veremos passo a passo como calcular o LEP.

Bons estudos!

Não pode faltar

Chegamos à última seção do curso de PPCP. Você já pode se considerar um profissional da área: tem conhecimento suficiente para planejar, programar e controlar uma produção, seja de produtos ou de serviços. É claro que o excelente profissional de qualquer área deve buscar constante aperfeiçoamento e atualização, mas você com certeza já pode exercer muito bem as funções de um profissional de PPCP.

Nesta seção, nós conheceremos mais sobre o LEP que, como vimos ao longo do curso, interfere diretamente em todos os níveis de planejamento, e principalmente nos níveis de programação de médio prazo e controle da produção.

Mas antes de entrarmos no tema desta seção, vamos ver o que Tubino (2006) escreve sobre os tipos de estoques e custos das empresas, que influenciam e são influenciados pelo LEP.

As empresas possuem diferentes tipos de estoques, que precisam ser administrados em um estoque central ou distribuídos por vários

pontos da empresa. Os principais tipos de estoques são: estoques de matérias-primas, componentes comprados ou fabricados internamente, produtos acabados, produtos em processo (WIP – *work in process*), ferramentas e dispositivos para máquinas, peças de manutenção e materiais indiretos (folhas, tintas para impressoras, cola, grampeador etc.).

O autor ressalta as principais funções para as quais esses estoques são criados:

a) Garantir a independência entre etapas produtivas: a colocação de estoques amortecedores entre etapas de produção ou distribuição da cadeia produtiva permite que essas etapas possam ser encaradas como independentes das demais. Dessa maneira, estoques de matérias-primas absorvem falhas de fornecedores; estoques em processos absorvem falta de sincronismo entre as diferentes operações e/ou quebras de máquinas; e os estoques de produtos acabados separam a produção das vendas, mantendo o balanceamento da produção, ou seja, quando as vendas estão em baixa, a produção continua operando para fazer estoque, que será consumido no período de aquecimento das vendas.

b) Reduzir os *lead times* produtivos: a manutenção de estoques intermediários dentro do sistema produtivo permite que os prazos de entrega dos produtos possam ser reduzidos, pois ao invés de se esperar pela produção ou compra de um item, pode-se retirá-lo do estoque e usá-lo imediatamente.

c) Como fator de segurança: como vimos durante o livro didático, o estoque de segurança tem a função de absorver variações na demanda, problemas de quebra de máquinas, absenteísmo, problemas de qualidade, atrasos de fornecedores internos e externos, entre outros.

Devemos conhecer também alguns custos descritos por Tubino (2006) antes de continuarmos:

Custo do pedido: cada vez que uma empresa coloca um pedido novo, ela incorre em um custo de pedido ou custo de preparo de um pedido de compra para um fornecedor, ou ainda em uma ordem de produção para a fábrica. Para o mesmo item, o

custo do pedido é o mesmo, independentemente do tamanho do pedido: o comprador precisa reservar tempo para decidir quanto pedir e, talvez, selecionar um fornecedor e negociar as condições. O tempo também é gasto em burocracia, acompanhamento do pedido (*follow-up*) e em seu recebimento. No caso de uma ordem de produção para um item manufaturado, há a necessidade de emitir as ordens de produção, com seus respectivos desenhos e instrução de montagem (quando necessário).

Custo de preparação (*setup*): o custo envolvido em mudar uma máquina para produzir um componente ou item diferente inclui mão de obra e o tempo para fazer a mudança (máquina não produziu), a limpeza e novas ferramentas ou acessórios. Os custos de refugo ou retrabalho podem ser substancialmente maiores no início da produção. O custo de preparação também é independente do tamanho do pedido. Por isso, quanto mais tempo é gasto na preparação, mais compensador parece se for produzido um grande lote.

Custo de manutenção de estoques: são custos decorrentes do fato de o sistema produtivo necessitar manter itens em estoques para o seu funcionamento. Isso implica numa série de custos, tais como: mão de obra para armazenagem e movimentação dos itens, aluguel, luz, seguro, telefone, sistemas computacionais, equipamentos do almoxarifado, custos de deterioração e obsolescência dos estoques e, principalmente, o custo do capital investido relacionado com a taxa de mínima atratividade (TMA) da empresa. O custo de manutenção dos estoques é proporcional à quantidade de estoques médio do período de planejamento, ao custo unitário do item e à taxa de encargos financeiros que incidem sobre os estoques.

Os profissionais de PPCP e gestores industriais sofrem pressões conflitantes para manter os estoques suficientemente reduzidos e evitar custos excessivos de manutenção dos estoques, porém, suficientemente elevados para reduzir a frequência dos pedidos e os custos de preparação (*setup*). Um bom ponto de partida para conciliar essas pressões conflitantes e determinar o melhor nível de estoque para um item é estabelecer o LEP, que consiste no tamanho do lote, que minimiza os custos anuais totais de manutenção do estoque e processamento de pedidos e/ou preparação das operações (*setup*).



A metalúrgica Moreira compra bobinas de aço na Europa e, devido a longa distância, os fornecedores oferecem descontos por contêiner cheio. Se o contêiner não está completamente cheio, há duas possibilidades: a) aguardar o contêiner encher com materiais de outros clientes no Brasil (e pagar com desconto) ou b) pedir para entregar mesmo sem o contêiner estar cheio e pagar mais caro.

Os compradores precisam constantemente analisar qual o melhor ponto entre pagar mais caro e reduzir os níveis de estoque ou pegar menos e armazenar as bobinas, que são grandes e pesadas, e que geralmente são armazenadas em locais especiais e só podem ser movimentadas com empilhadeiras ou transelevadores, devido ao peso.

Outra alternativa é desenvolver fornecedores mais próximos, de preferência no Brasil.

De acordo com Ritzman e Krajewski (2004), o método para determinar o LEP é baseado nas seguintes suposições:

1. A demanda para o item é constante (por exemplo, sempre dez unidades por dia) e conhecida com precisão.

2. Não existem limitações (por exemplo, capacidade de caminhões ou limitações envolvendo manuseio de materiais) sobre o tamanho de cada lote.

3. Os dois únicos custos relevantes são o custo de manter o estoque e o custo fixo por lote para emissão do pedido ou preparação do equipamento.

4. As decisões para um item podem ocorrer independentemente das decisões para outros itens, isto é, nenhuma vantagem é obtida ao se combinarem diversos pedidos feitos ao mesmo fornecedor.

5. Não existe incerteza quanto ao tempo de espera ou suprimento. O tempo de espera é constante (por exemplo, sempre sete dias) e conhecido com precisão. A quantidade recebida é exatamente a que foi pedida e é entregue por meio de um despacho único, e não por vários embarques.

Porém, Ritzman e Krajewski (2004) relatam que dificilmente todas

essas premissas serão atendidas ao mesmo tempo e que o cálculo do LEP é frequentemente uma primeira aproximação razoável dos tamanhos dos lotes médios, mesmo quando uma ou mais das suposições não se aplicam bem.

Pronto para aprender a calcular o LEP?

Iniciaremos pelo cálculo do custo total para qualquer tamanho de lote Q . Derivaremos, em seguida, o LEP, que é o Q que minimiza o custo total. Finalmente, descreveremos como converter o LEP em número de pedidos para um período. Não se assuste! Vamos realizar o processo passo a passo.



Assimile

A parcela do estoque total que varia diretamente com o tamanho do lote é denominada estoque cíclico. Determinar a frequência e a quantidade com que se pede um estoque constitui o que se denomina tamanho do lote. Dois princípios podem ser aplicados:

1. O tamanho do lote Q varia diretamente com o tempo decorrido (ou ciclo) entre pedidos. Se um lote é pedido a cada cinco semanas, o tamanho do lote médio deve ser igual a cinco semanas de demanda.
2. Quanto maior o intervalo entre os pedidos para um dado item, maior deve ser o estoque cíclico.

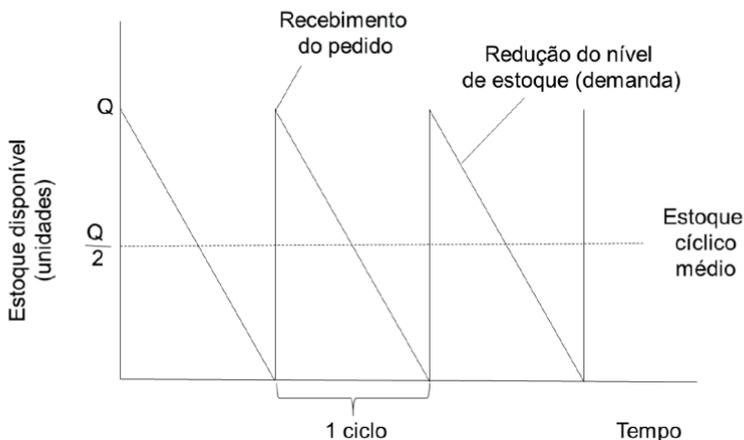
No início do intervalo, o estoque cíclico encontra-se em seu máximo (Q). No final do intervalo, um pouco antes de um novo lote chegar, o estoque cíclico diminui para seu ponto mínimo, ou 0. O estoque cíclico médio é a média desses dois pontos.

Estoque cíclico médio = $\frac{Q + 0}{2} = Q$ Por exemplo, a cada sete dias é produzido um lote de 300 bolsas na empresa Coisas de Mulher.

Quando o lote é produzido, há 300 peças no estoque. No final do 6º dia não há nenhuma peça em estoque. O ciclo médio de estoque será = $Q + 0 = \frac{300 + 0}{2} = 150$.

Quando as premissas relativas ao LEP são cumpridas, o estoque cíclico comporta-se conforme mostrado na Figura 4.26. Um ciclo inicia com Q unidades mantidas em estoque, o que ocorre quando um novo pedido é recebido. Durante o ciclo, o estoque disponível é usado a uma razão constante. Além disso, como a demanda é conhecida com precisão e o tempo de espera é constante, um novo lote pode ser pedido, para que o estoque caia para zero precisamente quando o novo lote for recebido. Em virtude de o estoque variar uniformemente entre Q e 0 , o estoque cíclico médio é igual à metade do tamanho do lote Q .

Figura 4.26 | Níveis de estoque cíclico



Fonte: Ritzman e Krajewski (2004).

O custo anual de manutenção para uma quantidade em estoque que aumenta linearmente com Q , conforme mostra a Figura 4.27 (a), é:

- O custo de manutenção de estoque = (estoque cíclico médio) x (custo de manutenção unitário).

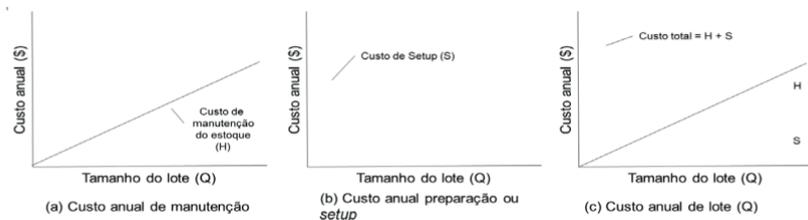
- O custo de preparação ou *setup* = quantidade de *setups* x custo por *setup*.

O número médio de *setups* é igual à demanda anual dividido por Q . Por exemplo, se 1.200 unidades tiverem que ser produzidas a cada ano e se o tamanho do lote médio for de 100 unidades, então 12 *setups* serão feitos no ano. O custo anual de *setups* diminui não

linearmente à medida que Q aumenta, conforme mostra a Figura 4.27 (b), porque menos *setups* serão feitos.

O custo total é a soma de dois componentes de custo: custo total = custo de manutenção de estoque + custo de preparação ou *setups*.

Figura 4.27 | Gráficos dos custos anuais de manutenção, colocação de pedidos ou preparação e total



Fonte: Ritzman e Krajewski (2004).

Pode-se obter o valor do custo total através da fórmula:

$$C = \frac{Q}{2} (H) + \frac{D}{Q} (S) .$$

Onde:

C = custo total.

Q = tamanho do lote, em unidades.

H = custo para manter uma unidade em estoque, calculado frequentemente como uma proporção do custo do item.

D = demanda em unidade.

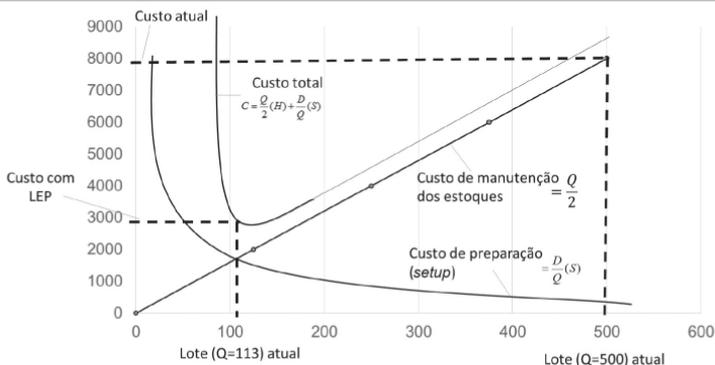


Exemplificando

Um time de basquete inaugurou uma loja de fábrica com artigos do clube em seu ginásio há dois anos. Porém, gerenciar os estoques tornou-se um problema. Um giro de estoque baixo está diminuindo as margens de lucro e causando problemas de fluxo de caixa. Um dos itens que mais vendem no grupo de produtos da loja é o mascote do time. As vendas previstas são de 3.000 peças/mês e o custo do produto produzido é de R\$ 120,00 por unidade. O custo de preparação (setup) é de R\$ 45,00. O custo de manutenção do estoque é de 25% do custo

do mascote, e a linha que produz o produto opera 160 horas por mês, produzindo 62,5 peças por hora. O gerente escolheu um tamanho de lote de 500 unidades, a fim de que novos setups fossem feitos menos frequentemente. A Figura 4.28 mostra o impacto de usar diversos valores de Q para o mascote. Oito tamanhos de lote diferentes foram avaliados além do atual. Os custos de manutenção do estoque e de preparação foram traçados, porém sua soma – a curva de custo total – é a característica importante. O gráfico mostra que o melhor tamanho do lote, ou LEP, é o menor ponto na curva de custo total, ou 113 unidades (Q). Obviamente, reduzir o tamanho do lote atual (Q = 500) pode resultar em economias significativas.

Figura 4.28 | Impacto do tamanho do lote nos custos



Fonte: elaborada pelo autor.

S = custo de *setup*.

A utilização da fórmula

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times \text{Custo de preparação} \times \text{Demanda}}{\text{Custo de anutenção} \times \left(1 - \frac{\text{Taxa de consumo}}{\text{Taxa de fabricação}}\right)}}$$

Para calcular o lote econômico será mais eficiente do que a quantidade de lotes estimados com base na experiência dos profissionais envolvidos na operação.

Usando essa fórmula, descobrimos que o LEP é a quantidade de produção para a qual o custo de manutenção de estoque iguala o custo com *setups* em um período analisado, como mostra Figura

4.28. A mesma figura revela que, quando o custo de manutenção de estoque para qualquer Q excede o custo de *setups*, conforme ocorre com a produção para 500 unidades, podemos concluir imediatamente que Q é muito elevado.

Um Q menor reduz o custo de manutenção de estoque e aumenta o custo com *setups*, igualando-os. De modo similar, se o custo com *setups* excede o custo de manutenção de estoques, Q deve ser aumentado.

Algumas vezes, as políticas de estoque são baseadas no intervalo de tempo entre *setups* em vez de no número de unidades do tamanho do lote. O intervalo de tempo entre pedidos (IEP) para um tamanho do lote específico é o tempo médio decorrido entre um *setup* e outro. A fórmula do IEP é a seguinte:

$$IEP_{LEP} = 1 \div \frac{LEP}{D}$$

Vamos, então, descobrir o LEP, IEP e o custo total para o exemplo do time de basquete?

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times 45 \times 3.000}{30 \times \left(1 - \frac{3.000}{10.000}\right)}} = 113,38 \approx 113 \text{ unidades.}$$

Para encontrar as taxas da fórmula, basta transformar a informação no mesmo tempo de análise. Por exemplo, como estamos trabalhando com a demanda mensal, precisamos converter a taxa de 62,5 peças por hora em uma quantidade mensal, então: 62,5 peças/hora x 160 horas trabalhadas no mês = 10.000 peças/mês. A taxa de demanda não muda porque corresponde ao período analisado.

$$IEP_{LEP} = 1 \div \frac{113}{3.000} = 26,55 \approx 26 \text{ setups por mês}$$

ou

$$1,30 \text{ setup por dia (26 setups} \div 20 \text{ dias úteis/mês).}$$

A Figura 4.29 mostra que o custo total com LEP (R\$ 2.889,69) é bem inferior ao custo de R\$ 7.770,00 relativo à atual política de produzir lotes de 500 unidades.

Figura 4.29 | Comparativo lote atual de fabricação versus LEP

Parâmetros		Usando cálculo de LEP	
Tamanho atual do lote (Q)	500	Quant. econômica de pedido	113
Demanda	3000		
Custo do <i>setup</i> (S)	45		
Custo unitário de manut. (H)	30		
Custos anuais		Custos anuais com base na QEP	
Setups por período	6,00		26,55
Custo <i>setups</i> por período	270,00	<i>setups</i> por período * custo do <i>setup</i> (S)	1.194,69
Custo de manutenção	7.500,00	$Q/2 * H = (500/2) * 30$	1.695,00
Custo total	7.770,00	custo <i>setups</i> (\$270) + custo anual de manutenção (\$ 7.500)	2.889,69

Fonte: elaborada pelo autor.

Ponto de decisão: usando o LEP, serão necessários 26 *setups* por mês.

Adotando a política atual de 500 unidades por *setup*, serão necessários $1 \div \frac{500}{3.000} = 6$ *setups* por mês. A política atual reduz os custos de *setups*, mas incorre em um custo muito maior de manutenção do estoque cíclico.

Como vimos em seções passadas, é importante que as empresas constantemente busquem reduzir os tempos de *setups* de suas operações. Dessa maneira, os lotes de entrega ou produção podem ser reduzidos, resultando em custos totais também menores.



Pesquise mais

Há algumas variações quanto às nomenclaturas e até fórmulas para se calcular o LEP, mas todos os autores concordam que a redução dos tempos e custos de *setups* são fundamentais para a redução do tamanho do lote de produção. No link a seguir, você pode encontrar um trabalho realizado em uma indústria. Disponível em: <http://cont.aedb.br/seget/artigos09/548_548_548_305_A_Determinacao.pdf>. Acesso em: 20 set. 2016.



Refleta

Será que essa mesma lógica pode ser aplicada a outras atividades da empresa? Tome como exemplo o departamento de compra e o lote de produtos a serem comprados.

Estamos terminando o último tema que devíamos discutir. Agora, o ideal é praticar o que aprendemos nesta seção: LEP, IEP e comparações de custos, além de encontrar o lote de produção mais atrativo para a empresa. Você já pode se considerar um profissional de PPCP. Não deixe de se manter atualizado sobre as inovações de sua profissão. Boa sorte!

Sem medo de errar

Voltamos agora ao caso do Sr. Nozawa, que pediu para você calcular o LEP de um produto de sua empresa de embalagens, a Allpack. Você tem de calcular a LEP, o IEP e fazer uma tabela comparativa, considerando os lotes atuais de produção e os lotes resultantes do LEP.

A seguinte sequência é recomendada para resolução dessa situação-problema:

1. Calcule o LEP utilizando a seguinte fórmula:

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times \text{Custo de preparação} \times \text{Demanda}}{\text{Custo de manutenção} \times \left(1 - \frac{\text{Taxa de consumo}}{\text{Taxa de fabricação}}\right)}}$$

2. Calcule o intervalo de tempo entre pedidos (IEP) utilizando a seguinte fórmula:

$$IEP_{LEP} = 1 \div \frac{LEP}{D}$$

3. Monte o quadro comparativo entre os lotes atuais de produção e os lotes econômicos de produção.

Com essas informações levantadas, elabore um relatório a ser entregue ao Sr. Nozawa. Vamos lá, esta é a última etapa de nossa jornada.



Atenção

Para auxiliar na resolução, veja o caso do time de basquete que montou uma loja em seu ginásio. Há informações e cálculos importantes naquela sequência.

Avançando na prática

Desafiamos você a praticar o que aprendeu transferindo seus conhecimentos para novas situações que pode vir a encontrar no ambiente de trabalho. Realize as atividades e depois compare-as com as de seus colegas.

Fábrica de ferramentas FVM

Descrição da situação-problema

Os gestores da empresa FVM, que produz ferramentas, estão trabalhando com a filosofia JIT há alguns meses e perceberam a importância de recalcular seus lotes econômicos de produção. Esses lotes não estão alinhados com a produção puxada, pois são grandes, de difícil movimentação e resultam em altos custos de armazenagem.

Eles lhe forneceram informações sobre uma chave de fenda que tem alta demanda, porém, devido aos altos custos, não apresenta boa rentabilidade. Seguem as informações:

Demanda mensal = 1.500 peças.

Custo por peça = R\$ 90,00.

Custo de *setup* = R\$ 70,00.

Custo de manutenção anual do estoque = 25% do custo por peça.

Lote de produção atual = 400 peças.

Produção por hora = 30 peças.

Tempo disponível para produção por mês = 160 horas.

Sua missão será descobrir o custo total atual (considerando os lotes de produção de 585 peças por *setup*), calcular o LEP, o IEP e o custo total com base no resultado do LEP.

Resolução da situação-problema

1. Calcule o LEP utilizando a seguinte fórmula:

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times \text{Custo de preparação} \times \text{Demanda}}{\text{Custo de manutenção} \times \left(\frac{1 - \text{Taxa de consumo}}{\text{Taxa de fabricação}} \right)}}$$

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times 70 \times 1.500}{22,5 \times \left(\frac{1 - 4.800}{10.000} \right)}} = 101,91 \approx 102 \text{ unidades.}$$

2. Calcule o intervalo de tempo entre pedidos (IEP) utilizando a seguinte fórmula:

$$IEP_{LEP} = 1 \div \frac{LEP}{D} = 1 \div \frac{102}{1.500} = 14,71 \approx 15 \text{ setups por mês.}$$

3. Monte o quadro comparativo entre os lotes atuais de produção e os lotes econômicos de produção utilizando as informações:

Parâmetros			Usando calculo de LEP
Tamanho atual do lote (Q)	400		Quant. econômica de pedido 116
Demanda	1.500		
Custo do <i>setup</i> (S)	70		
Custo unitário de manut. (H)	22,5		
		$1 + \frac{400}{1.500} = 3,75$	
Custos anuais			Custos anuais com base na QEP
Setups por período	3,75		12,93
Custo setups por período	262,50	setups por período * custo do <i>setup</i> (S)	905,17
Custo de manutenção	4.500,00	$Q/2 * H = (400/2) * 22,5$	1.305,00
Custo total	4.762,50	custo setups (\$262,50) + custo anual de manutenção (\$ 4.500,00)	2.210,17

Note que produzindo lotes de 116 peças, ao invés das 400 peças atuais, o custo total será muito menor (R\$ 2.210,17 versus R\$ 4.762,50).



Atenção

O quadro comparativo entre os lotes de produção utilizado nas empresas (muitos criados por experiência) e o LEP ou pedido de compra é muito importante para apresentar aos gestores, executivos e donos das empresas o bom resultado que pode ser alcançado.

Faça você mesmo

Os gestores da empresa de brinquedos Brincar e Educar pediram sua ajuda sobre como calcular o LEP de seus produtos. Eles elegeram um produto importante para que você analisasse.

As informações sobre o produto Carro Maluco, movido por controle remoto, seguem abaixo:

Demanda por ano = 2.000 peças.

Custo por peça = R\$ 80,00.

Custo de *setup* = R\$ 50,00.

Custo de manutenção anual do estoque = 25% do custo por peça.

Lote de produção atual = 450 peças.

Produção por hora = 20 peças

Tempo disponível para produção por mês = 160 horas

Sua missão será descobrir o custo total atual (considerando os lotes de produção de cinco peças por *setup*), calcular o LEP, o IEP e o custo total com base no resultado do LEP.

Boa sorte!

Faça valer a pena

1. O custo envolvido em mudar uma máquina para produzir um componente ou item diferente inclui mão de obra, o tempo para fazer a mudança, a limpeza e novas ferramentas ou acessórios.

O texto-base se refere a qual tipo de custo?

- a) Custo de pedido.
- b) Custo de armazenamento.
- c) Custo de preparação.
- d) Custo total.
- e) Custo de ciclo médio.

2. Isso implica uma série de custos, tais como: mão de obra para armazenagem e movimentação dos itens, aluguel, luz, seguro, telefone, sistemas computacionais e equipamentos do almoxarifado, custos de deterioração e obsolescência dos estoques e, principalmente, o custo do capital investido relacionado com a taxa de mínima atratividade (TMA) da empresa.

O texto-base refere-se a qual tipo de custo?

- a) Custo total.
- b) Custo de preparação.
- c) Custo de manutenção de estoques.
- d) Custo de pedido.
- e) Custo de ordem de produção.

3. A empresa Fashion Accessories, de confecção de presilhas para crianças, produz um lote econômico de 1.050 peças a cada preparação. Qual o ciclo médio de estoque para esse lote de produção?

- a) O ciclo médio de estoque é de 600 peças.
- b) O ciclo médio de estoque é de 1.000 peças.
- c) O ciclo médio de estoque é de 400 peças.
- d) O ciclo médio de estoque é de 525 peças.
- e) O ciclo médio de estoque é de 1.200 peças.

Referências

ARAÚJO, E. **Nivelamento de capacidade de produção utilizando quadros Heijunka em sistemas híbridos de coordenação de ordens de produção**. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1997.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookmann, 2005.

RITZMAN, L.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de produção: do ponto de vista de engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookmann, 1996.

TARDIN, G. G. **O Kanban e o nivelamento da produção**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.

ISBN 978-85-8482-562-2



9 788584 825622 >