

Planejamento e Organização da Produção

Prof. Fernando Deschamps
fernando.deschamps@ufpr.br

Atividade #1

- Imagine que você é o gerente industrial de uma planta de fabricação de escovas de dente
- Você deve entregar 9.000.000 de escovas ao longo dos próximos 6 meses:
 - 40% brancas com empunhadura de cores variadas, sendo que 60% dessas são com bordas lisas e o restante com bordas de frente elevada, todas com acabamento das serdas liso
 - 60% de goma com empunhadura de cores variáveis, sendo que 70% dessas são com bordas lisas e o restante com bordas de frente elevada, todas com acabamento das serdas em zigue-zague
- Em equipe, elabore um plano de produção!
- Entrega na próxima aula (apresentação a ser feita em sala), 10 minutos no máximo

Observação: baseie-se no vídeo, mas faça as suposições necessárias quando precisar...

Sistemas de administração da produção

Questões básicas:

O que produzir e comprar?

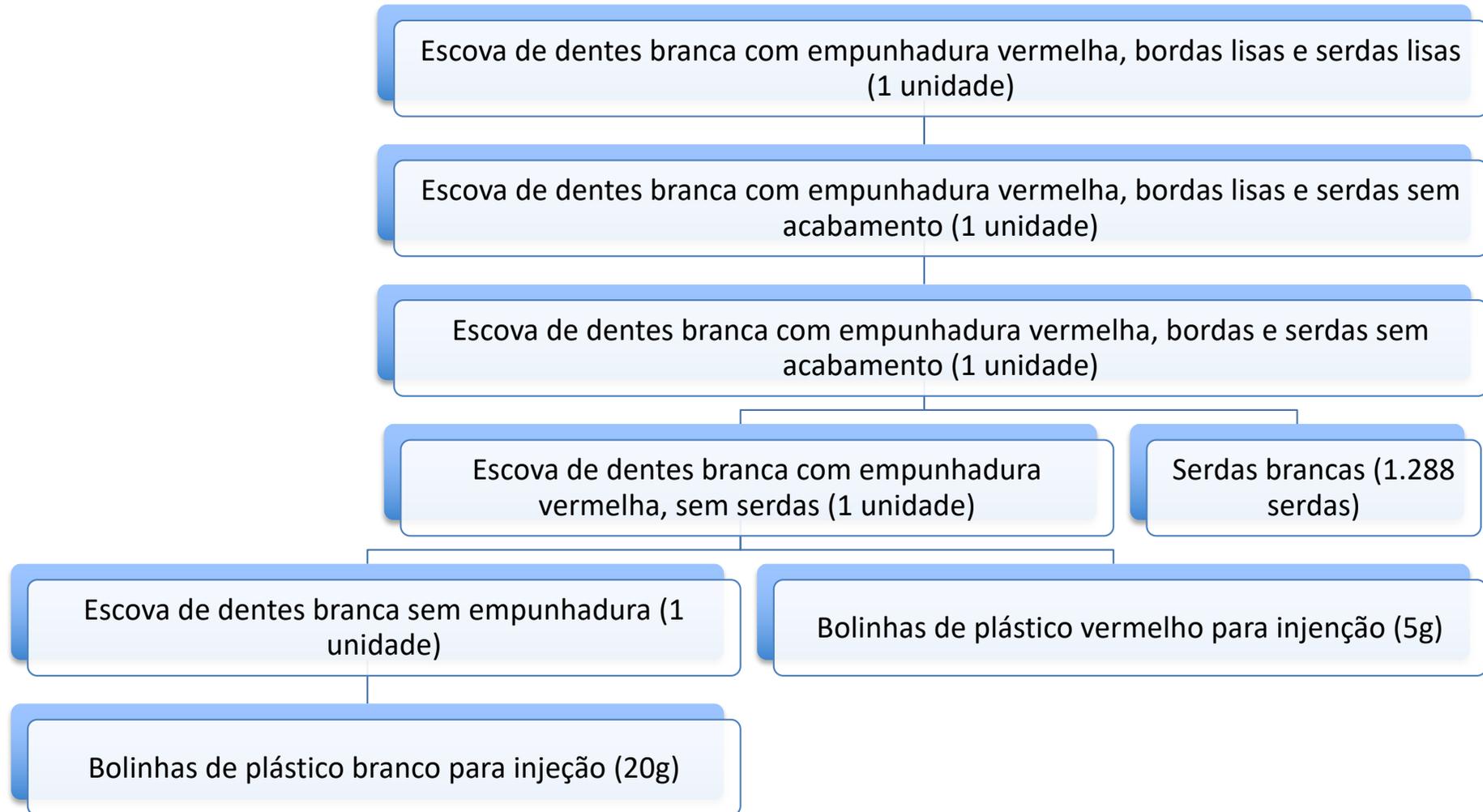
Quanto produzir e comprar?

Quando produzir e comprar?

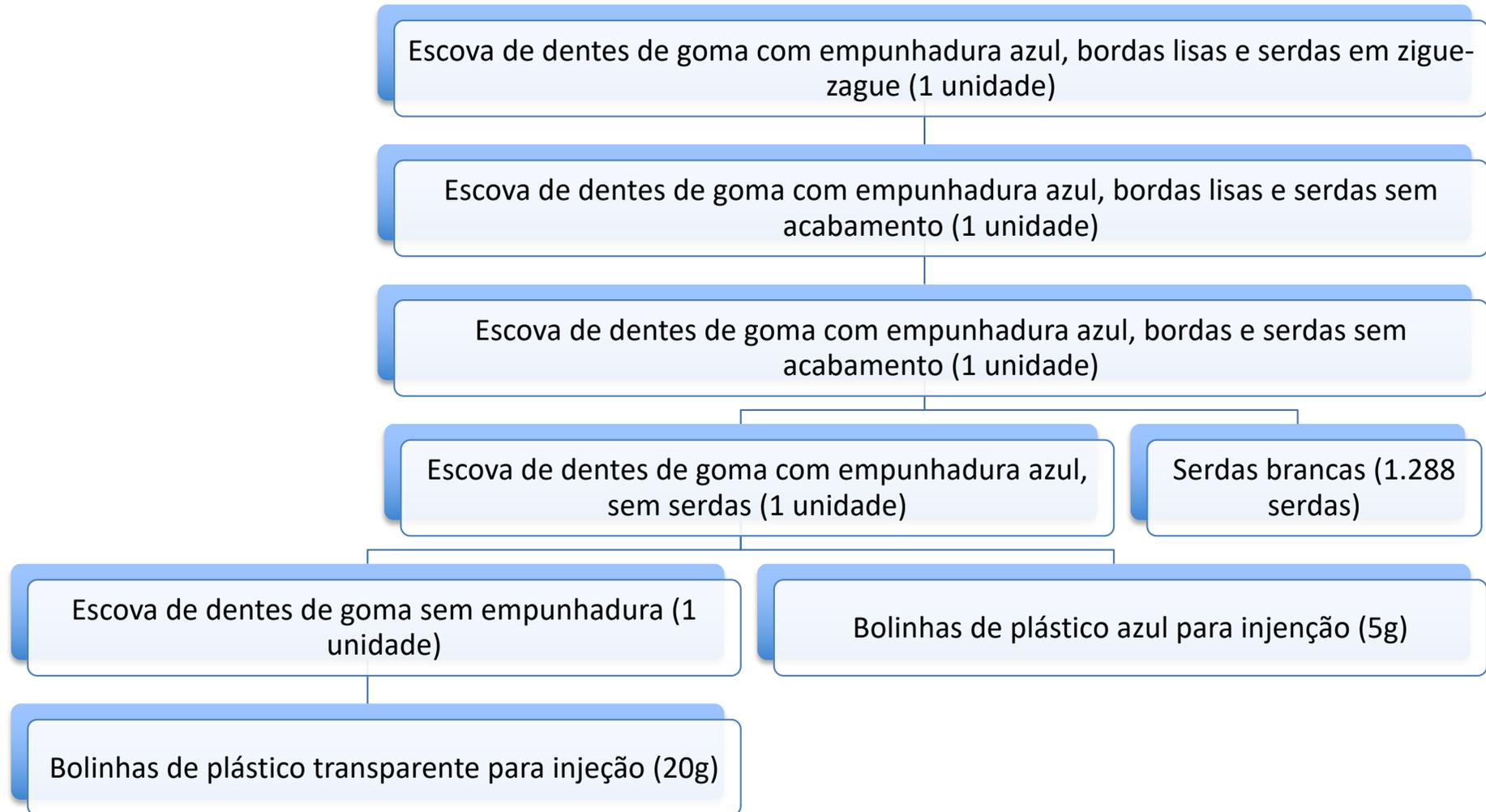
Com quais recursos produzir?

Exemplo de planejamento da produção

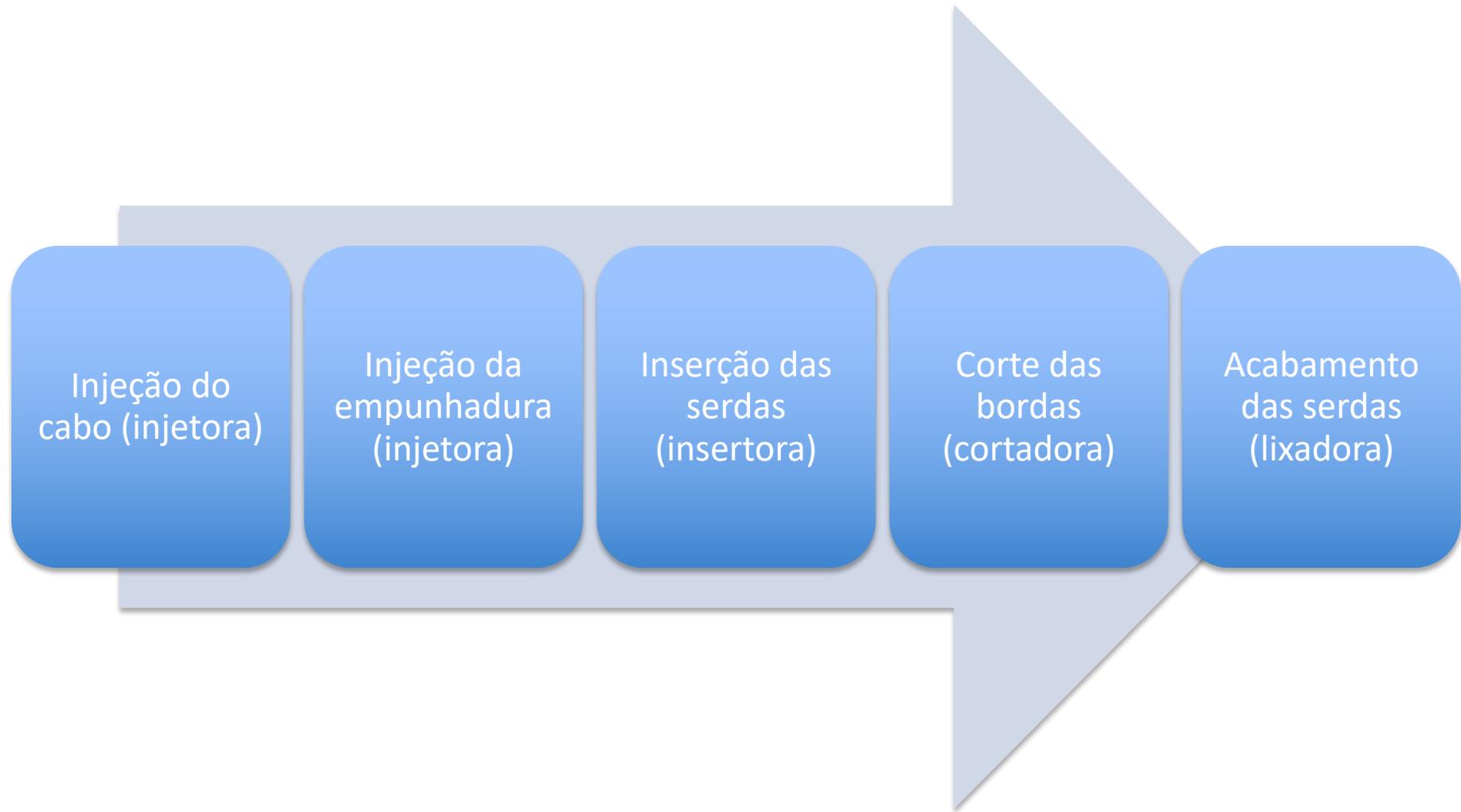
Estrutura do produto, exemplo #1



Estrutura do produto, exemplo #2



Processo de fabricação



Capacidade de produção

- **Injetoras:** 10 cabos a cada 35 segundos, 27.000 cabos por 24 horas (para uma operação)
- **Insertoras:** 900 buracos por minuto, 16 escovas por minuto, 23.040 escovas por 24 horas.
- **Cortadoras:** 4 escovas a cada 20 segundos, 17.280 escovas por 24 horas
- **Lixadoras:** 20 escovas a cada 30 segundos, 57.600 escovas por 24 horas

Planejamento da capacidade

- 1.500.000 escovas por mês, trabalhando 20 dias por mês em dois turnos (16 horas por dia) significa 37.500 escovas por turno
- Capacidade das máquinas por turno:
 - **Injetora:** 9.000 cabos
 - **Insertora:** 7.680 escovas
 - **Cortadora:** 5.760 escovas
 - **Lixadora:** 19.200 escovas
- Quantidade de máquinas necessárias:
 - **Injetoras:** 5 para cabo + 5 para empunhadura – 45.000 cabos por turno
 - **Insertoras:** 5 – 38.400 escovas por turno
 - **Cortadoras:** 7 – 40.320 escovas por turno
 - **Lixadoras:** 2 – 38.400 escovas por turno

Planejamento semanal – família de escovas brancas (por cor e borda)

Produto	S#1	S#2	S#3	S#4	Total
Vermelha, lisa	30.000	30.000	30.000	30.000	120.000
Azul, lisa	30.000	30.000	30.000	30.000	120.000
Verde, lisa	30.000	30.000	30.000	30.000	120.000
Vermelha, elevada	20.000	20.000	20.000	20.000	80.000
Azul, elevada	20.000	20.000	20.000	20.000	80.000
Verde, elevada	20.000	20.000	20.000	20.000	80.000
Total	150.000	150.000	150.000	150.000	600.000

Planejamento semanal – família de escovas de goma (por cor e borda)

Produto	S#1	S#2	S#3	S#4	Total
Vermelha, lisa	52.500	52.500	52.500	52.500	210.000
Azul, lisa	52.500	52.500	52.500	52.500	210.000
Verde, lisa	52.500	52.500	52.500	52.500	210.000
Vermelha, elevada	22.500	22.500	22.500	22.500	90.000
Azul, elevada	22.500	22.500	22.500	22.500	90.000
Verde, elevada	22.500	22.500	22.500	22.500	90.000
Total	225.000	225.000	225.000	225.000	900.000

Planejamento de materiais

- **Serdas:**
 - 375.000 escovas por semana, 1.288 serdas por escova
 - 483.000.000 de serdas por semana são necessárias
 - Se demora 2 semanas para as serdas chegarem, é necessário que elas sejam pedidas com 2 semanas de antecedência
- **Plástico branco:**
 - 150.000 escovas por semana, 20g por escova
 - 3 toneladas de plástico branco por semana são necessárias
 - Se demora 1 semana para o plástico chegar, é necessário que ele seja pedido com 1 semana de antecedência

Planejamento de materiais

- **Plástico transparente:**
 - 225.000 escovas por semana, 20g por escova
 - 4,5 toneladas de plástico branco por semana são necessárias
 - Se demora 1 semana para o plástico chegar, é necessário que ele seja pedido com 1 semana de antecedência
- **Plástico colorido (vermelho, azul ou verde)**
 - 125.000 escovas por cor (30k+20+52,5k+22,5k), 5g por escova
 - 625kg de plástico por cor por semana são necessários
 - Se demora 1 semana para o plástico chegar, é necessário que ele seja pedido com 1 semana de antecedência

Programação diária – família de escovas brancas (por cor e borda)

Produto	D#1	D#2	D#3	D#4	D#5	Total
Vermelha, lisa	-	30.000	-	-	-	30.000
Azul, lisa	-	30.000	-	-	-	30.000
Verde, lisa	15.000	15.000	-	-	-	30.000
Vermelha, elevada	20.000	-	-	-	-	20.000
Azul, elevada	20.000	-	-	-	-	20.000
Verde, elevada	20.000	-	-	-	-	20.000
Total	75.000	75.000	-	-	-	150.000

Programação diária – família de escovas de goma (por cor e borda)

Produto	D#1	D#2	D#3	D#4	D#5	Total
Vermelha, lisa	-	-	52.500	-	-	52.500
Azul, lisa	-	-	-	52.500	-	52.500
Verde, lisa	-	-	-	-	52.500	52.500
Vermelha, elevada	-	-	22.500	-	-	22.500
Azul, elevada	-	-	-	22.500	-	22.500
Verde, elevada	-	-	-	-	22.500	22.500
Total	-	-	75.000	75.000	75.000	225.000

Dia #1, primeiro turno, programação das injetoras de cabo

Injetora	Branca, vermelha	Branca, azul	Branca, verde	De goma, vermelha	De goma, azul	De goma, verde
1	7.500	-	-	-	-	-
2	7.500	-	-	-	-	-
3	5.000	2.500	-	-	-	-
4	-	7.500	-	-	-	-
5	-	-	7.500	-	-	-
Total	20.000	10.000	7.500	-	-	-

Dia #1, segundo turno, programação das injetoras de cabo

Injetora	Branca, vermelha	Branca, azul	Branca, verde	De goma, vermelha	De goma, azul	De goma, verde
1	-	-	7.500	-	-	-
2	-	-	7.500	-	-	-
3	-	2.500	5.000	-	-	-
4	-	7.500	-	-	-	-
5	-	-	7.500	-	-	-
Total	-	10.000	27.500	-	-	-

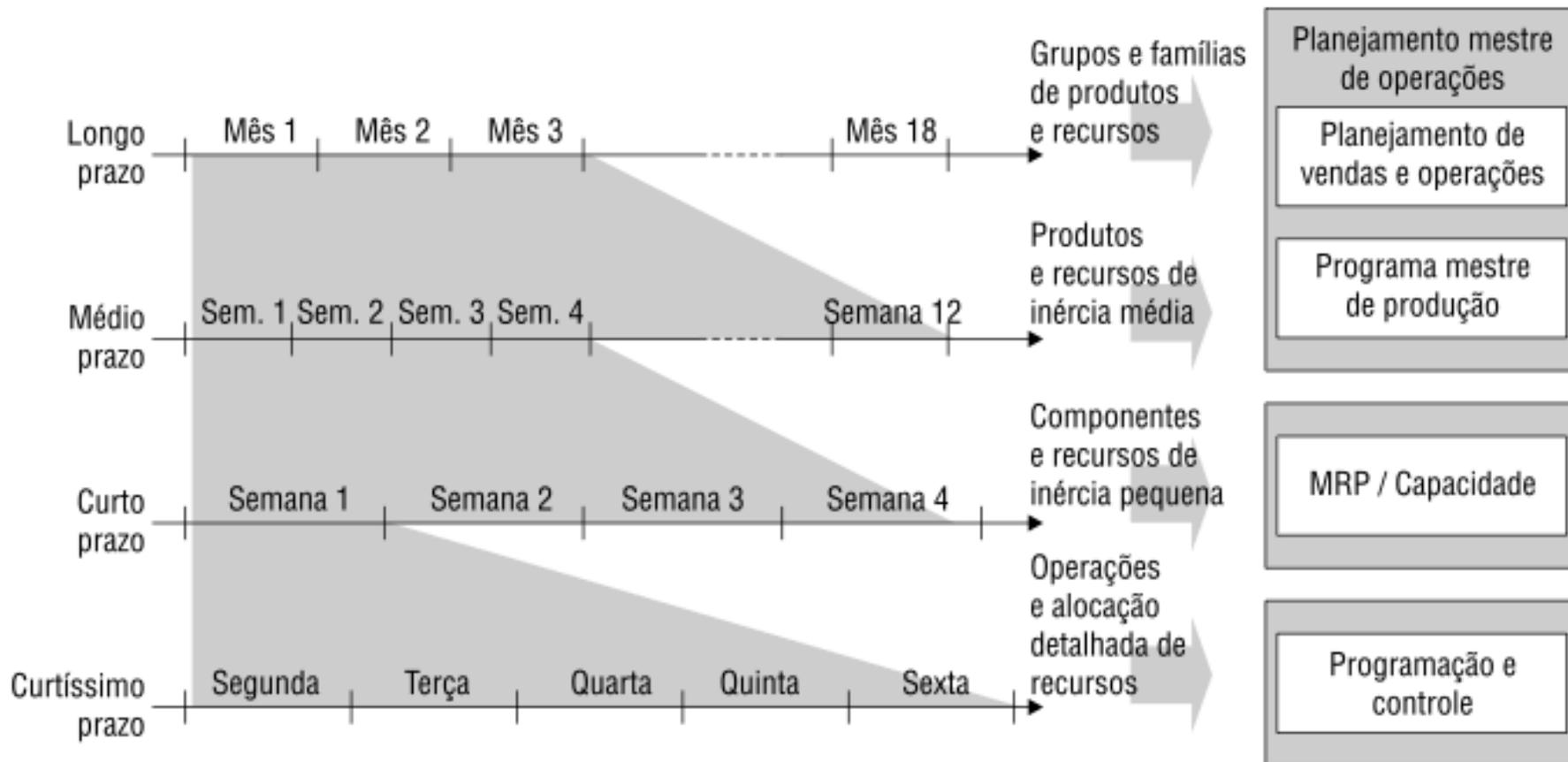
Este plano tem problemas!

Quais?

O PCP

- No sentido de organizar a montagem dos dados e a tomada de decisões com relação a estas atividades escalonadas no tempo, as empresas montam um setor, ou departamento, de apoio à produção, geralmente ligado a Diretoria Industrial, conhecido como **PCP (Departamento de Planejamento e Controle da Produção)**, ou, em alguns casos, **PPCP (Departamento de Planejamento, Programação e Controle da Produção)**
- Como departamento de apoio, o PCP é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível os planos estabelecidos a níveis estratégico, tático e operacional

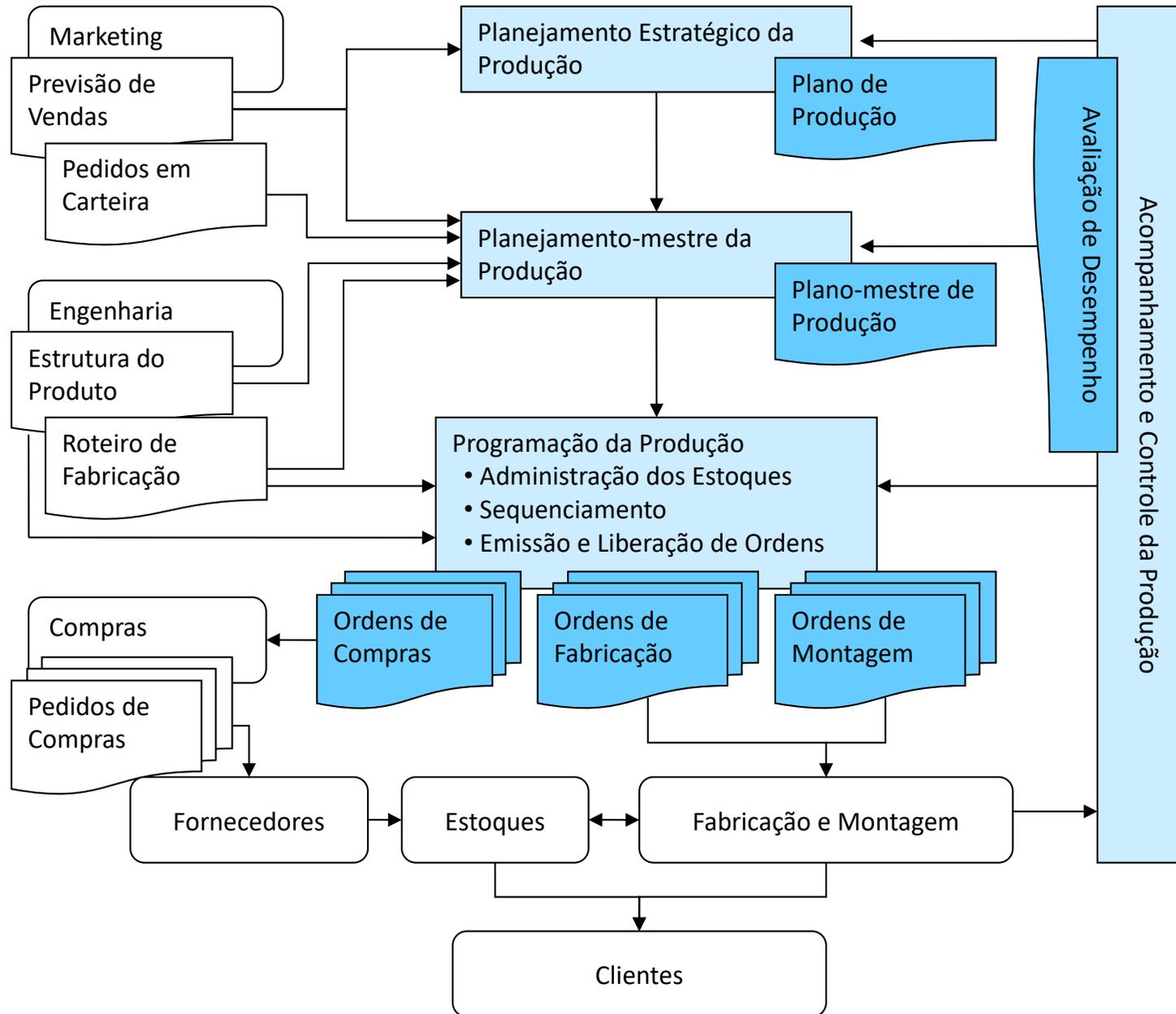
Prazos, Atividades e Objetivos na Tomada de Decisões

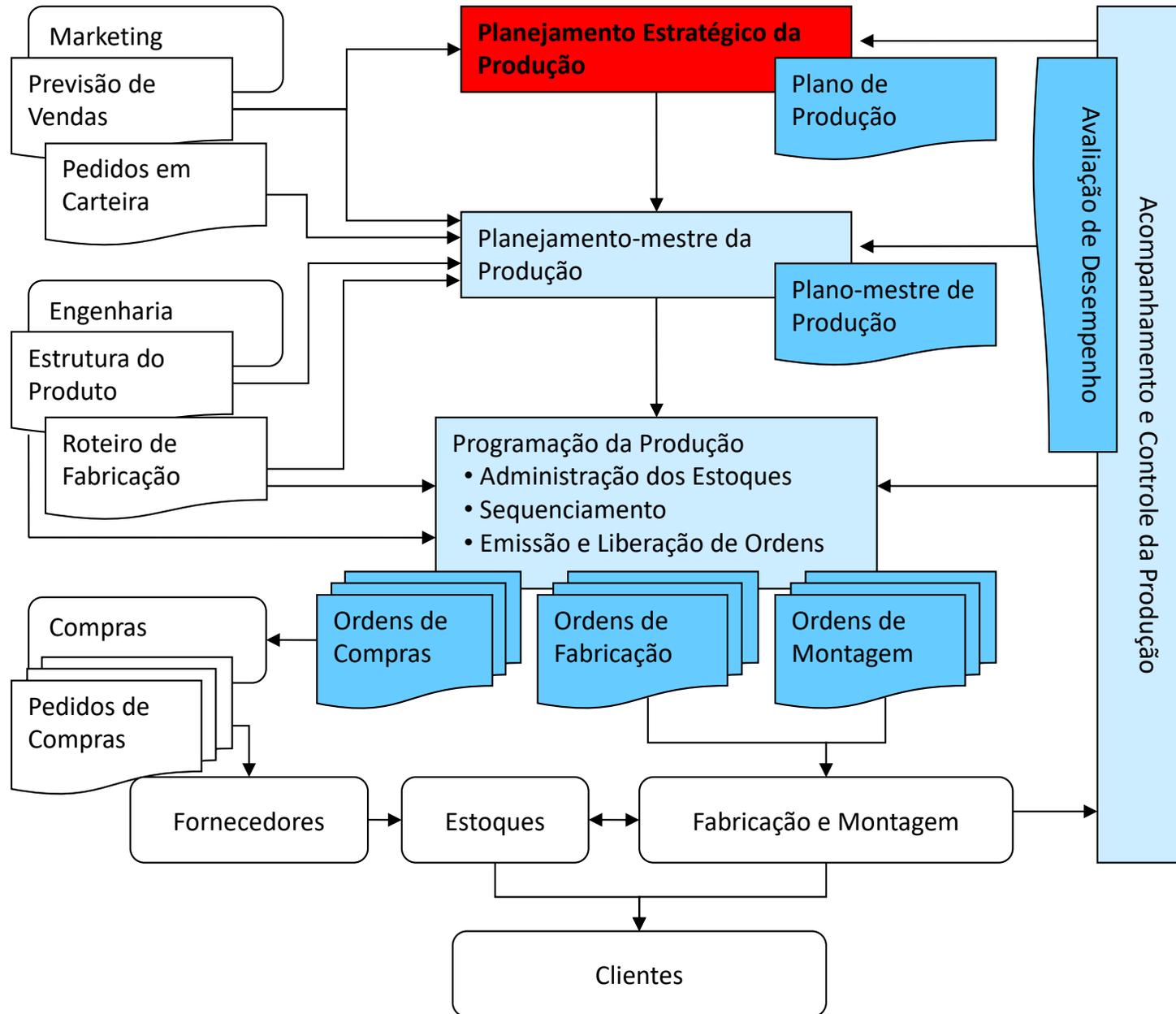


Papéis do PCP

- Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva
- Planejar os materiais comprados
- Planejar os níveis adequados de estoques
- Programar atividades de produção
- Ser capaz de saber e de informar a respeito da situação dos recursos e da produção
- Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e cumpri-los
- Ser capaz de reagir eficazmente

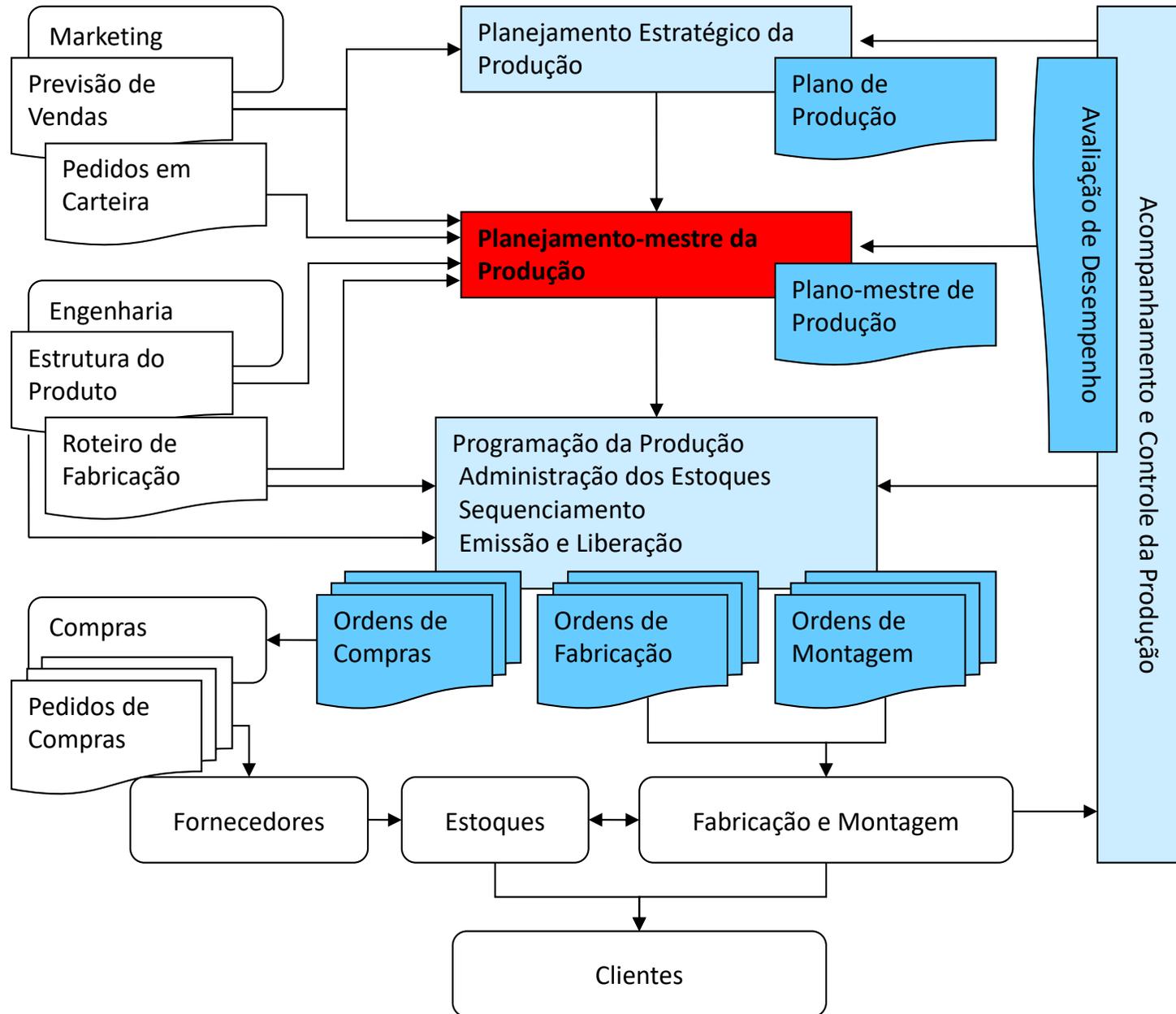
Um modelo para o PCP





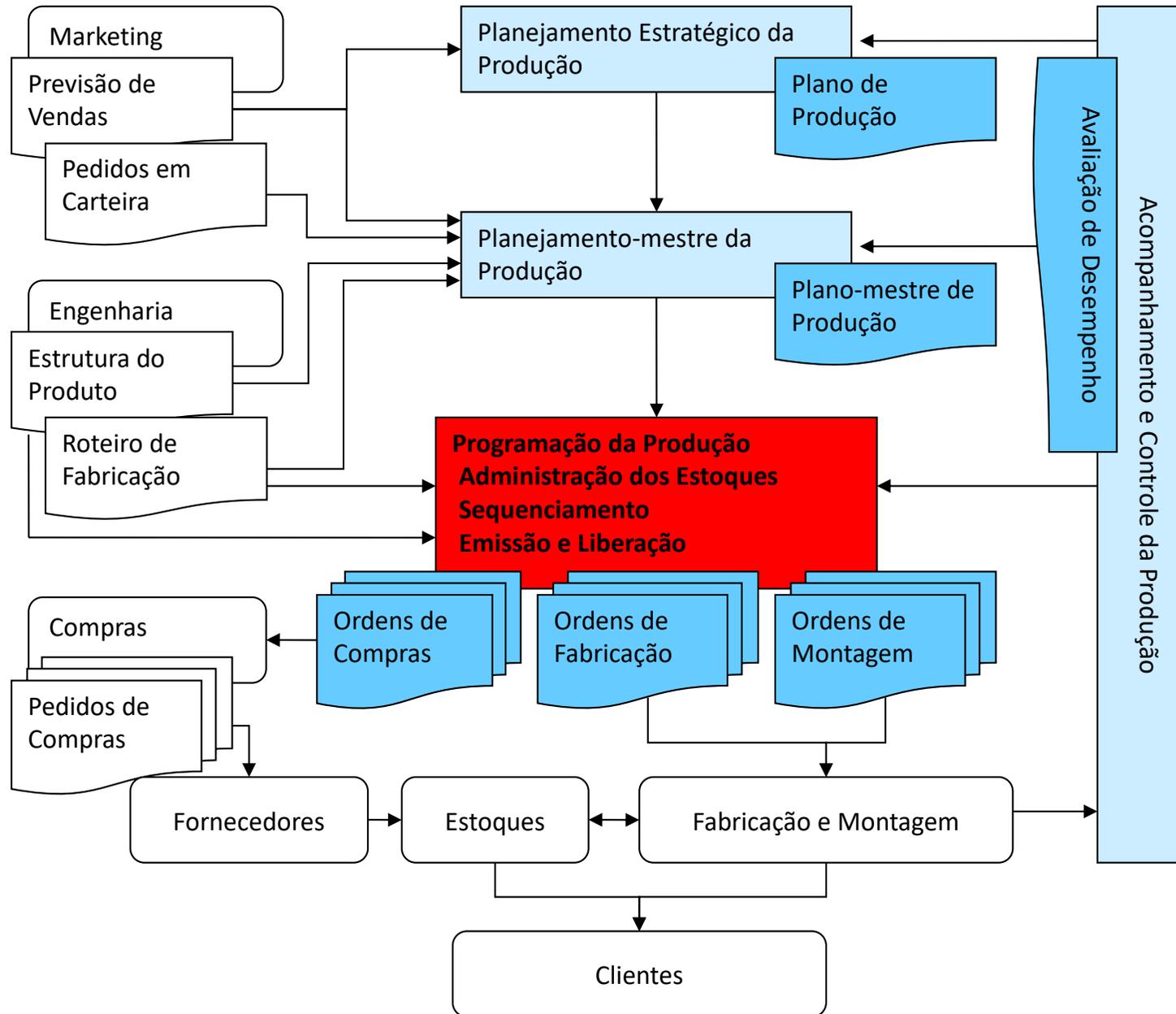
Planejamento estratégico da produção

- Consiste em estabelecer um Plano de Produção para determinado período (longo prazo) segundo as estimativas de vendas de longo prazo e a disponibilidade de recursos financeiros e produtivos
- A estimativa de vendas de longo prazo serve para prever os tipos e quantidades de produtos que se espera vender no horizonte de planejamento estabelecido
- A capacidade de produção é o fator físico limitante do processo produtivo, e pode ser incrementada ou reduzida, desde que planejada a tempo, pela adição de recursos financeiros
- O Plano de Produção gerado é pouco detalhado, normalmente trabalhando com famílias de produtos, tendo como finalidade possibilitar a adequação dos recursos produtivos à demanda esperada dos mesmos, buscando atingir determinados critérios estratégicos de desempenho (custo, qualidade, confiabilidade, pontualidade e flexibilidade)



Planejamento-Mestre da Produção

- Consiste em estabelecer um Plano-Mestre de Produção (PMP) de produtos finais, detalhado no médio prazo, período a período, a partir do Plano de Produção, com base nas previsões de vendas de médio prazo ou nos pedidos em carteira já confirmados
- Onde o Plano de Produção considera famílias de produtos, o PMP especifica itens finais que fazem parte destas famílias, com base nos Roteiros de Fabricação e nas Estruturas dos Produtos fornecidos pela Engenharia
- A partir do estabelecimento do PMP, o sistema produtivo passa a assumir compromissos de fabricação e montagem dos bens ou serviços
- Ao gerar um PMP inicial, o PCP deve analisá-lo quanto às necessidades de recursos produtivos com a finalidade de identificar possíveis gargalos que possam inviabilizar este plano quando da sua execução no curto prazo

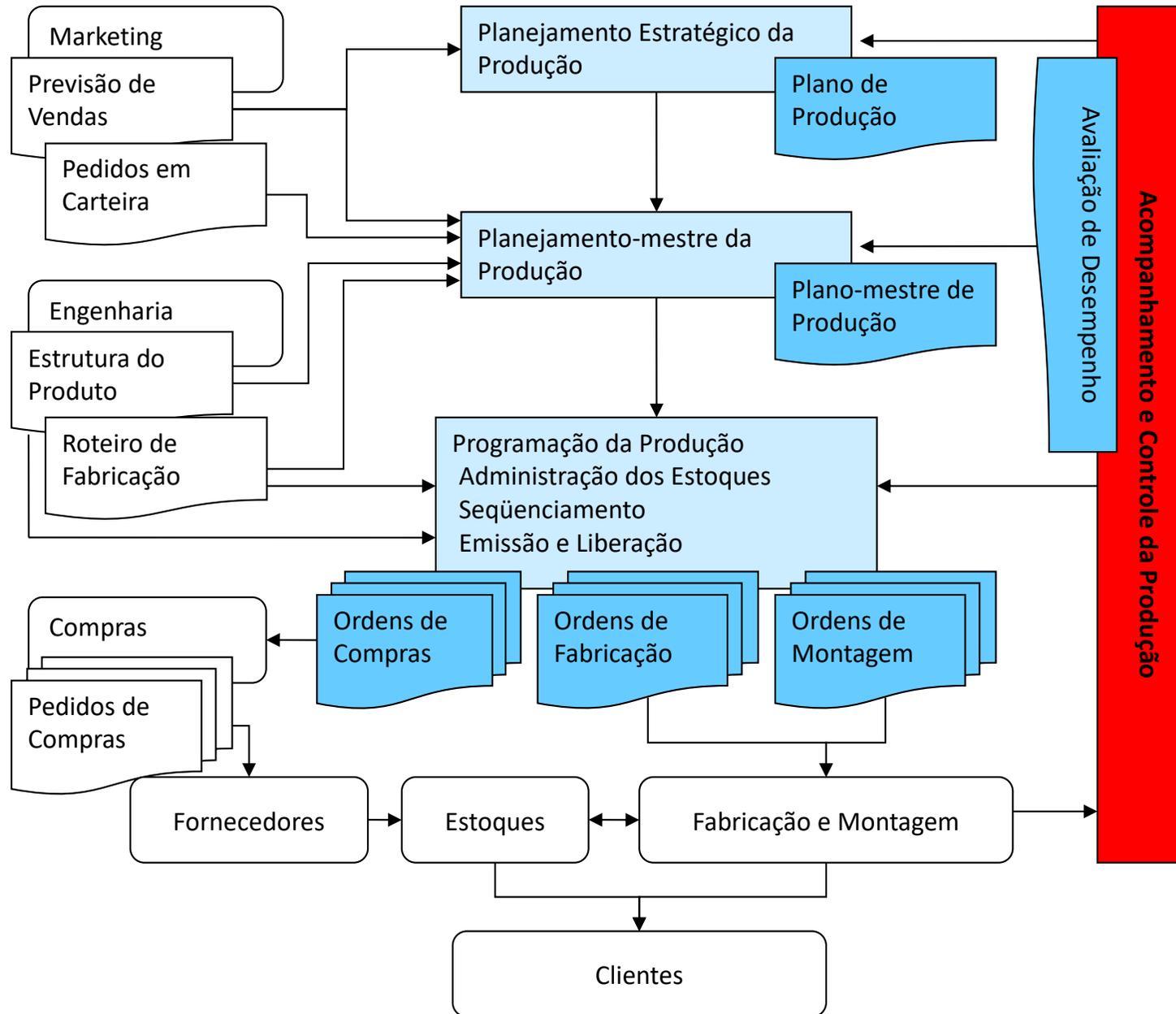


Programação da Produção

- Com base no PMP, nos registros de controle de estoques e nas informações da Engenharia, a Programação da Produção estabelece no curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar de cada item necessário à composição dos produtos finais
 - Para tanto, são dimensionadas e emitidas Ordens de Compra para os itens comprados, Ordens de Fabricação para os itens fabricados internamente, e Ordens de Montagem para as submontagens intermediárias e montagens finais dos produtos definidos no PMP

Programação da Produção

- Em função da disponibilidade dos recursos produtivos, a Programação da Produção se encarrega de fazer o sequenciamento das ordens emitidas, de forma a otimizar a utilização dos recursos
 - Se o Plano de Produção providenciou os recursos necessários, e o PMP equacionou os gargalos, não deverão ocorrer problemas na execução do programa de produção sequenciado
- Dependendo do sistema de programação da produção empregado pela empresa (puxado ou empurrado), a Programação da Produção enviará as ordens a todos os setores responsáveis (empurrando) ou apenas aos setores clientes dos supermercados montados (puxando)



Acompanhamento e Controle da Produção

- Através da coleta e análise dos dados, hoje em dia facilmente automatizada por coletores de dados nos pontos de controle, esta função do PCP busca garantir que o programa de produção emitido seja executado a contento
- Quanto mais rápido os problemas forem identificados, mais efetivas serão as medidas corretivas visando o cumprimento do programa de produção
- Além das informações de produção úteis ao próprio PCP no desempenho de suas funções, o Acompanhamento e Controle da Produção normalmente está encarregado de coletar dados (índices de defeitos, horas/máquinas e horas/homens consumidas, consumo de materiais e índices de quebras de máquinas, dentre outros) para apoiar outros setores do sistema produtivo

PCP e Sistemas ERP

- Operacionalmente, estas funções executadas pelo PCP fazem parte de sistemas de informações gerenciais integrados, adquiridos na forma de pacotes comerciais de softwares, chamados de ERP (Enterprise Resource Planning, ou planejamento dos recursos da empresa ou negócios)
 - Permitem a uma empresa automatizar e integrar a maioria de seus processos (PCP, suprimentos, manufatura, manutenção, administração financeira, contabilidade, recursos humanos, qualidade, etc.), compartilhando práticas operacionais e informações comuns armazenadas em bancos de dados distribuídos por toda a empresa, e produzir e acessar informações em tempo real
 - Os ERP tiveram sua evolução a partir do sistema MRP (Material Requirements Planning ou planejamento das necessidades de materiais), desenvolvidos na década de 60, e de seu desdobramento posterior, nos anos 80, chamado de MRP-II (Manufacturing Resource Planning, ou planejamento dos recursos de manufatura)

O planejamento de produção depende do tipo de sistema de produção!

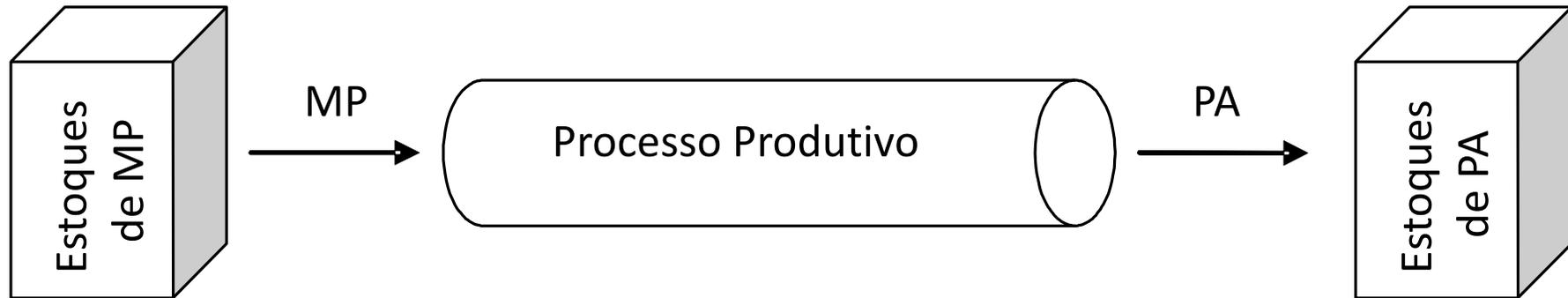
Sistemas Produtivos e PCP



Sistemas Produtivos e PCP

- Essa classificação não depende do tipo de produto em si, mas sim da forma como os sistemas são organizados para atender esta demanda
 - Um automóvel pode ser feito em um processo de produção em massa, em fábricas para 100.000 carros/ano, ou em processos de produção repetitivos em lotes, em fábricas para 6.000 carros/ano ou menos, ou ainda, de forma artesanal em oficinas sob encomenda, produzindo poucos carros exclusivos por mês
- Outro ponto a ser comentado, é de que uma empresa pode conviver com mais de um tipo de sistema produtivo, como por exemplo um fabricante de geladeiras que monta as mesmas em uma, ou mais, linha de montagem (sistema em massa), e fabrica parte de seus componentes em lotes repetitivos, em departamentos de injeção ou de prensas

Sistemas Contínuos e PCP



Dinâmica do PCP

PMP define Velocidade do Fluxo

Foco na Logística de Abastecimento de MP e Distribuição de PA

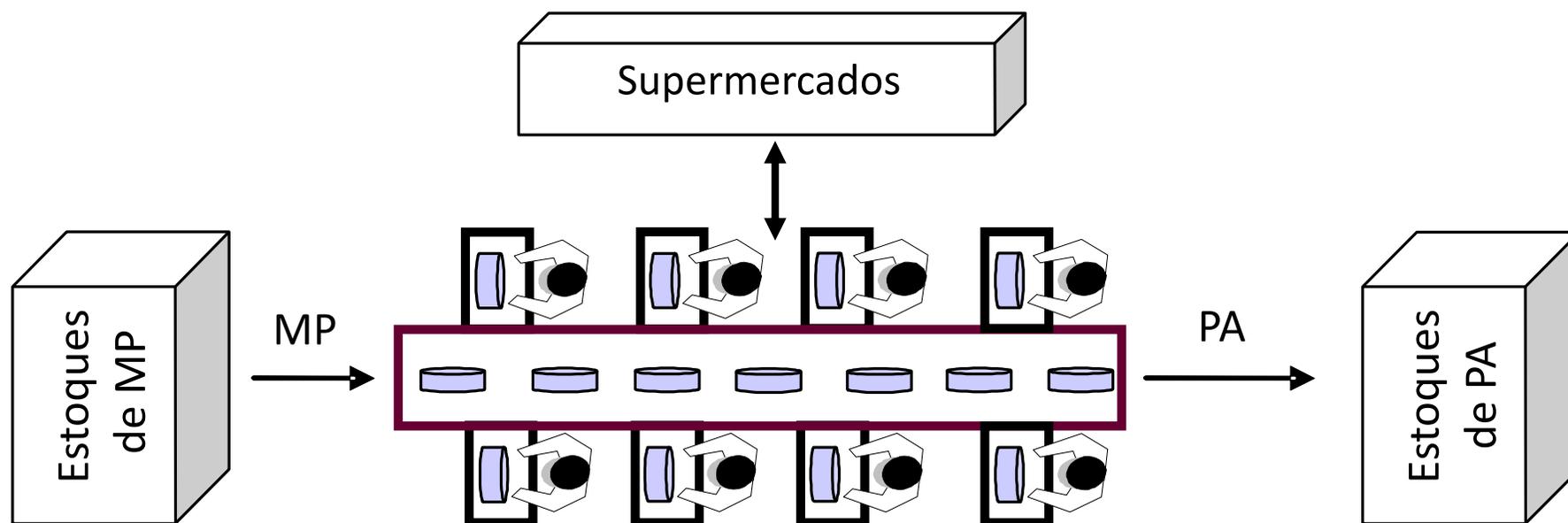
Sistemas Contínuos e PCP

- Os sistemas de produção contínuos são empregados quando existe uma alta uniformidade na produção e demanda de bens ou serviços, fazendo com que os produtos e os processos produtivos sejam totalmente interdependentes, favorecendo a sua automatização
 - Chamado de contínuo porque não se consegue facilmente identificar e separar dentro da produção uma unidade do produto das demais que estão sendo feitas.
- Devido à automação dos processos, a flexibilidade para a mudança de produto é baixa. São necessários altos investimentos em equipamentos e instalações, e a mão-de-obra é empregada apenas para a condução e manutenção das instalações, sendo seu custo insignificante em relação aos outros fatores produtivos

Sistemas Contínuos e PCP

- Está classificada dentro deste grupo geralmente a produção de bens de base, comuns a várias cadeias produtivas, como energia elétrica, petróleo e derivados e produtos químicos de uma forma geral, dentre outros
- Alguns serviços também podem ser produzidos dentro desta ótica com o emprego de máquinas, como serviços de aquecimento e ar condicionado, de limpeza contínua, sistemas de monitoramento por radar e os vários serviços fornecidos via Internet (*homebanking* e busca de páginas, por exemplo)
- Tendo em vista a sincronização e automatização dos processos, pode-se dizer que o *lead time* produtivo é baixo, e, por serem produzidos poucos produtos que possuem demandas altas, a maioria das empresas coloca de antemão estoques destes produtos a disposição dos clientes, pois sua venda é garantida

Sistemas de Produção em Massa e PCP



Dinâmica do PCP

PMP define Velocidade do Fluxo

Foco na Logística de Abastecimento (MP e Supermercados) e de Entrega de PA

Sistemas de Produção em Massa e PCP

- A semelhança dos sistemas contínuos, são aqueles empregados na produção em grande escala de produtos altamente padronizados, contudo estes produtos não são passíveis de automatização em processos contínuos, exigindo participação de mão-de-obra especializada na transformação do produto
 - Podem-se classificar dentro deste sistema as empresas que estão na ponta das cadeias produtivas, com suas linhas de montagem, como é o caso das montadoras de automóveis, eletrodomésticos, grandes confecções têxteis, abate e beneficiamento de aves, suínos e gado e a prestação de serviços em grande escala como transporte aéreo e editoração de jornais e revistas

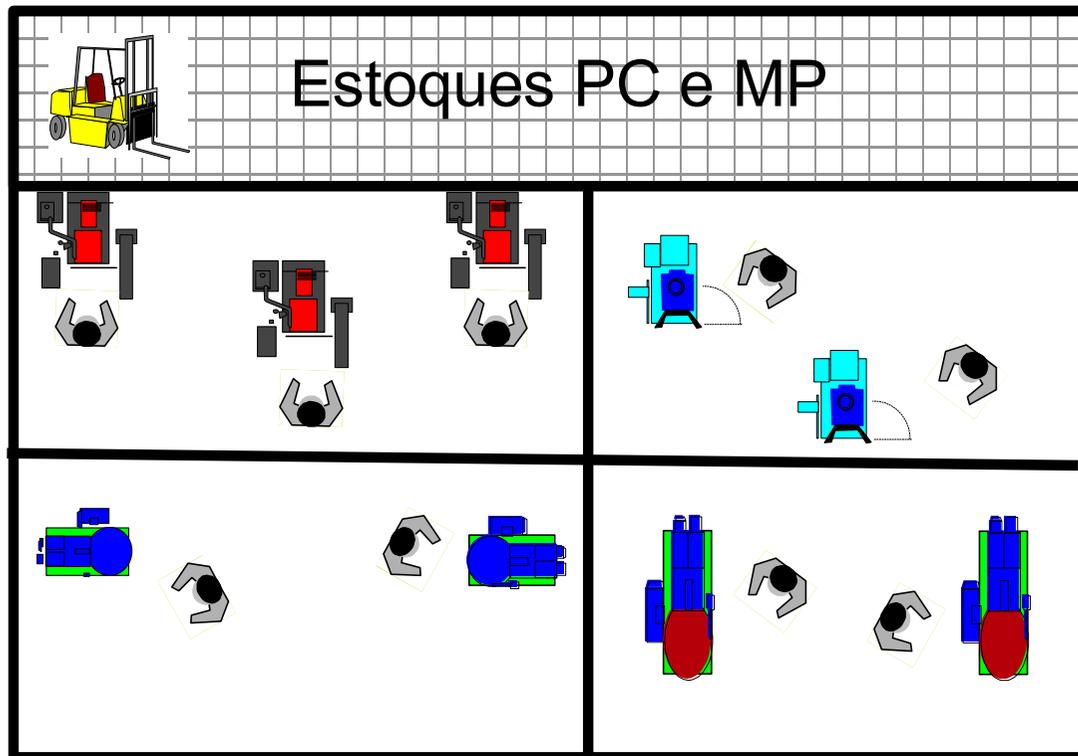
Sistemas de Produção em Massa e PCP

- Normalmente, a demanda por estes produtos é estável, fazendo com que seus projetos tenham pouca alteração no curto prazo, possibilitando a montagem de uma estrutura produtiva (linhas de montagem) altamente especializada e pouco flexível, onde os altos investimentos possam ser amortizados durante um longo prazo
 - Neste sistema produtivo a variação entre os produtos acabados se dá geralmente apenas a nível de montagem final, sendo seus componentes padronizados de forma a permitir a produção em grande escala
 - Por exemplo, as montadoras de automóveis possuem linhas focadas nos chassis, que por sua vez podem ser carregados com diferentes carrocerias, motores e demais acessórios, gerando uma infinidade de produtos acabados, sob a ótica do cliente, contudo bastante padronizado sob a ótica da produção

Sistemas de Produção em Massa e PCP

- Assim como nos sistemas contínuos, tendo em vista a sincronização e padronização das atividades nas linhas de montagem, pode-se dizer que nos sistemas em massa o *lead time* produtivo é baixo, e, por serem produzidos poucos produtos que possuem demandas altas, estoques destes produtos a disposição dos clientes são usados como estratégia de pronto atendimento
 - O volume alto de produção faz com que os custos fixos sejam diluídos e que os custos variáveis das matérias-primas e componentes, negociados em grandes lotes, também sejam menores, tendo como consequência custos finais baixos, quando comparados aos sistemas de produção em lotes e sob encomenda
- No nível estratégico, a montagem do Plano de Produção para os sistemas de produção em massa tem seu foco, assim como nos sistemas contínuos, no atendimento do critério de desempenho de redução de custos

Sistemas Sob Encomenda e PCP



PA ?
----->

Dinâmica do PCP

Vendas negocia com Cliente
APS (capacidade finita)
visualiza carregamento do sistema
Foco no atendimento da data de entrega

Sistemas Sob Encomenda e PCP

- O quarto grupo de sistemas produtivos, aqui chamados de Sistemas sob Encomenda, tem como finalidade a montagem de um sistema produtivo voltado para o atendimento de necessidades específicas dos clientes, com demandas baixas, tendendo para a unidade
 - O produto tem uma data específica negociada com o cliente para ser concluído e, uma vez concluído, o sistema produtivo se volta para um novo projeto

Sistemas Sob Encomenda e PCP

- Os produtos são concebidos em estreita ligação com os clientes, de modo que suas especificações impõem uma organização dedicada ao projeto, que não pode ser preparada com antecedência, principalmente com a geração de supermercados de estoques intermediários para acelerar o lead time produtivo
 - Eventualmente, a compra de matérias primas e peças componentes podem ser feitas com antecedência

Sistemas Sob Encomenda e PCP

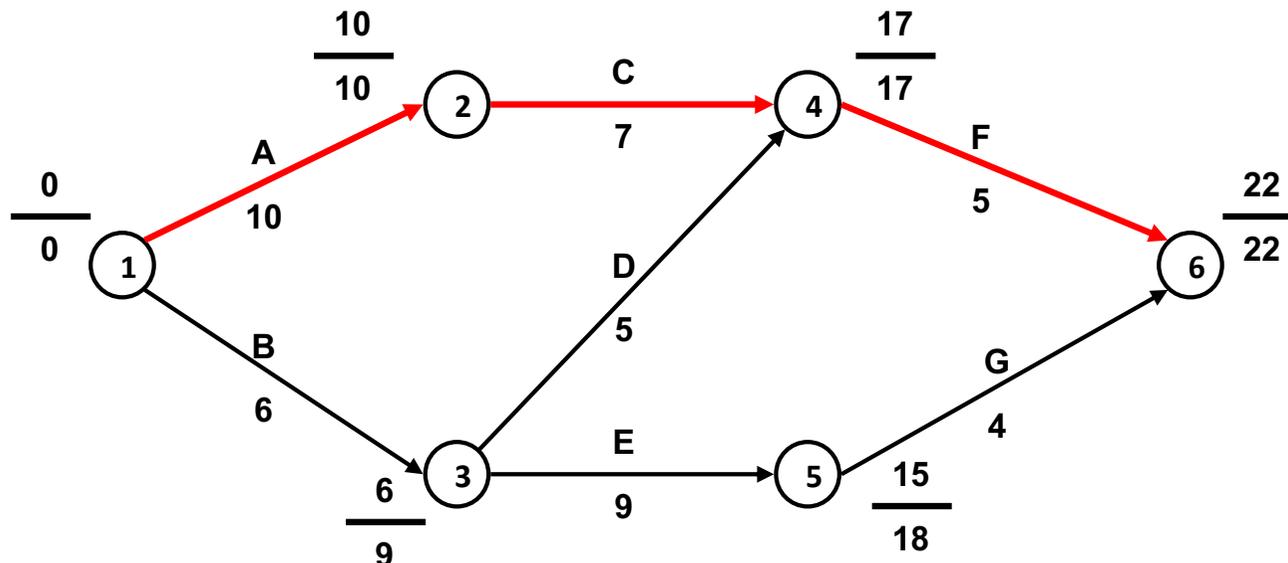
- Nestes sistemas exige-se, em termos de critérios na montagem do Plano de Produção, alta flexibilidade dos recursos produtivos com foco no atendimento de especificidades dos clientes, normalmente a custo de certa ociosidade enquanto a demanda por bens ou serviços não ocorrer, gerando custos produtivos mais altos que os sistemas anteriores
 - Exemplos de sistemas sob encomenda estão na fabricação de bens como navios, aviões e usinas hidroelétricas, nos setores de fabricação de máquinas e ferramentas e na prestação de serviços específicos como agências de propaganda, escritórios de advocacia e arquitetura

Sistemas Sob Encomenda e PCP

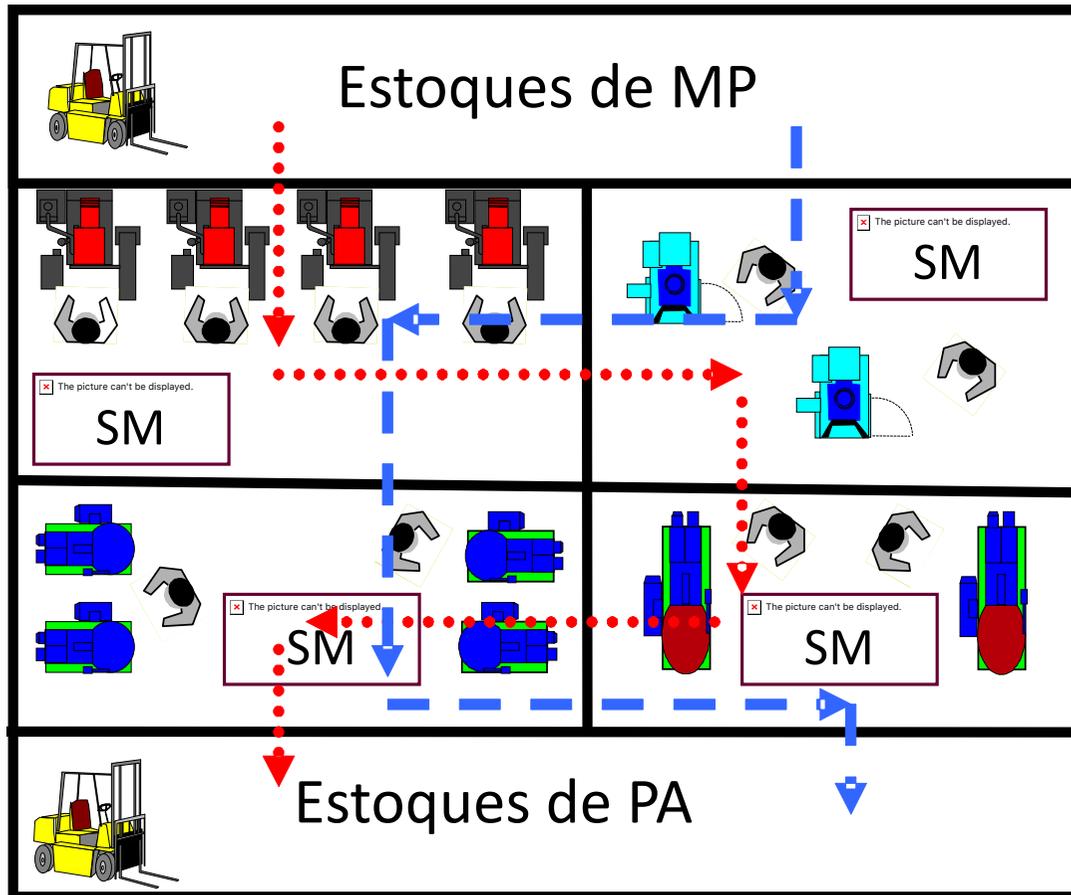
- Os sistemas sob encomenda organizam seus recursos produtivos por centros de trabalho ou departamentos com foco na função executada
- A dinâmica do PCP começa com a negociação de um projeto específico com o cliente, que necessita saber em que data o sistema produtivo consegue elaborar seu projeto
 - Por exemplo, a encomenda de um motor elétrico de grande porte para trabalhar em uma usina hidrelétrica está atrelada a prazos de conclusão do projeto da usina, ou, ainda, a encomenda de uma matriz para a estamperia de uma fábrica de automóveis tem como data limite o lançamento de um novo carro no mercado
- A questão de custos produtivos é negociada entre as partes, e tende a ter um padrão de mercado, como por exemplo o custo de horas de usinagem

Sistemas Sob Encomenda e PCP

- Quando o produto a ser fabricado possui tempos operacionais altos, como semanas ou até meses, como no caso da indústria da construção civil, o PCP é realizado através do conceito de rede, aplicando-se a técnica de *PERT/CPM*, que permite identificar o chamado caminho crítico, que deve ser acompanhado no detalhe para evitar atrasos



Sistemas Repetitivos em Lotes e PCP



PA1
— — — — — →

PA 2
· · · · · →

Dinâmica do PCP

PMP define necessidades de PA

MRP define necessidades de
OC/OF/OM

Foco no sequenciamento de
ordens

Sistemas Repetitivos em Lotes e PCP

- O terceiro grupo de sistemas produtivos é o de sistemas de produção repetitivos em lotes, que se caracterizam pela produção de um volume médio de bens ou serviços padronizados em lotes, sendo que cada lote segue uma série de operações que necessita ser programada à medida que as operações anteriores forem sendo realizadas
 - Neste caso, o sistema produtivo deve ser relativamente flexível visando atender diferentes pedidos dos clientes e flutuações da demanda, empregando equipamentos pouco especializados, geralmente agrupados em centros de trabalho identificados como departamentos, e mão-de-obra mais polivalente

Sistemas Repetitivos em Lotes e PCP

- Os sistemas repetitivos em lote situam-se entre os dois extremos, a produção em massa e a produção sob projeto, onde a quantidade solicitada de bens ou serviços é insuficiente para justificar a massificação da produção e especialização das instalações, porém justifica a produção de lotes econômicos no sentido de absorver os custos de preparação (setup) do processo
 - Como existem muitos tempos de espera dos lotes (em programação, em filas e nos setups) entre as operações, o *lead time* produtivo é maior do que o do sistema em massa, bem como os custos decorrentes desta forma de organização

Sistemas Repetitivos em Lotes e PCP

- Em função da diversidade de produção e da baixa sincronização entre as operações, quando comparada aos sistemas em massa, este sistema produtivo trabalha com a lógica de manter estoques como forma de garantir o atendimento da etapa seguinte de produção
 - Estes estoques podem estar centralizados em almoxarifados ou espalhados dentro da fábrica na forma de supermercados de abastecimento
- Estrategicamente, ao montar o Plano de Produção dos sistemas repetitivos em lotes se busca privilegiar os critérios associados ao desempenho de entrega (confiabilidade e velocidade) e à flexibilidade

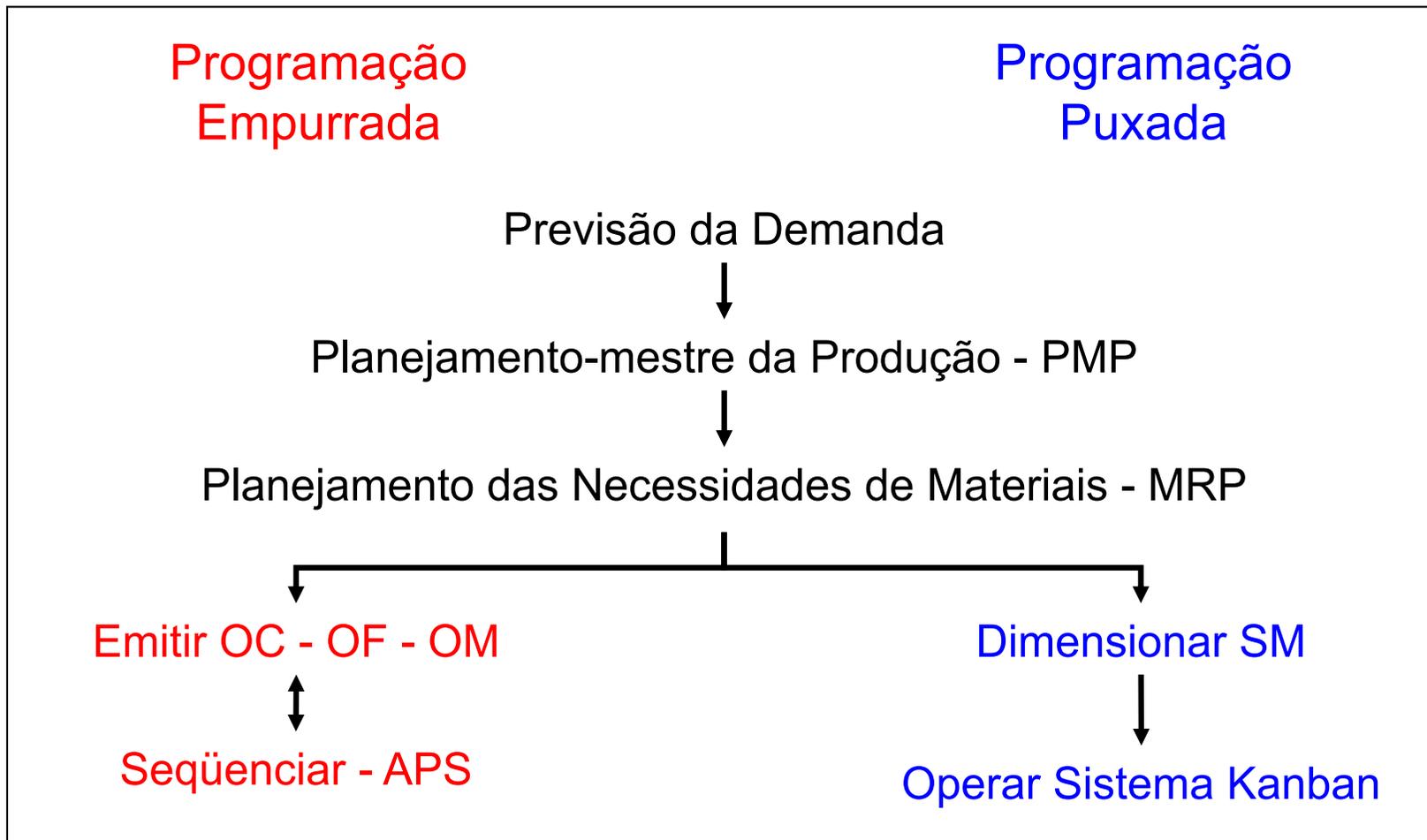
Sistemas Repetitivos em Lotes e PCP

- Como exemplo, têm-se as empresas que fornecem componentes para as linhas de montagem, elas mesmas com pequenas linhas de montagem, ou acabamento, ao final do processo
 - É o caso das fornecedoras da cadeia automobilística e da cadeia de eletrodomésticos
 - Geralmente empresas do ramo metal mecânico trabalham nesta configuração, com departamentos de usinagem, fundição e soldagem
 - Na cadeia têxtil têm-se as tecelagens e os beneficiamentos trabalhando em lotes repetitivos
- Dentro da prestação de serviços podem-se citar as oficinas de reparo para automóveis e aparelhos eletrônicos, laboratórios de análise químicas e restaurantes

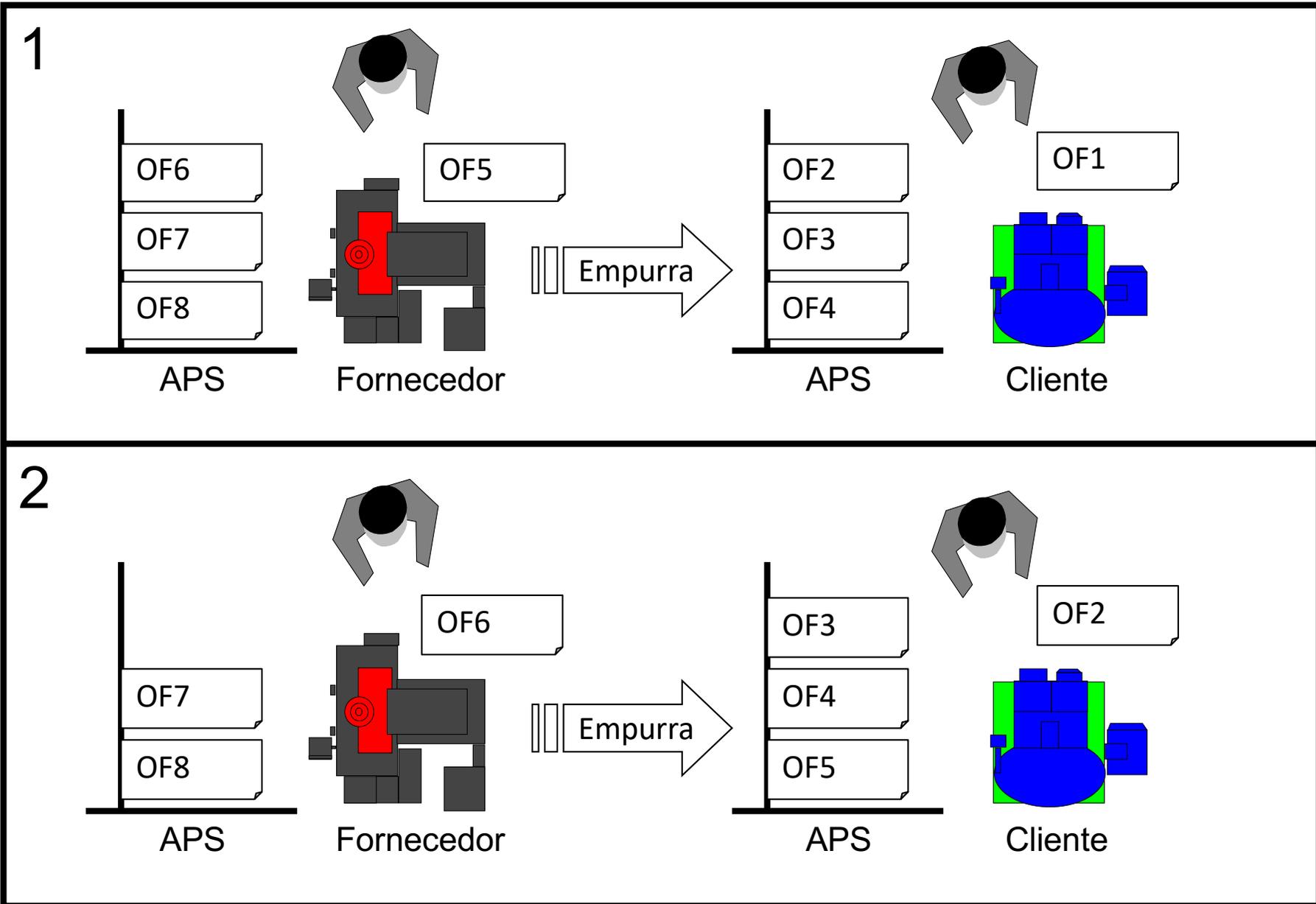
Sistemas Repetitivos em Lotes e PCP

- O foco do PCP nos sistemas repetitivos em lotes está na função de programação da produção, que busca organizar o sequenciamento das ordens de produção em cada grupo de recursos do centro de trabalho de forma a reduzir estoques e lead times produtivos
 - Esta programação da produção pode ser realizada de forma empurrada ou de forma puxada

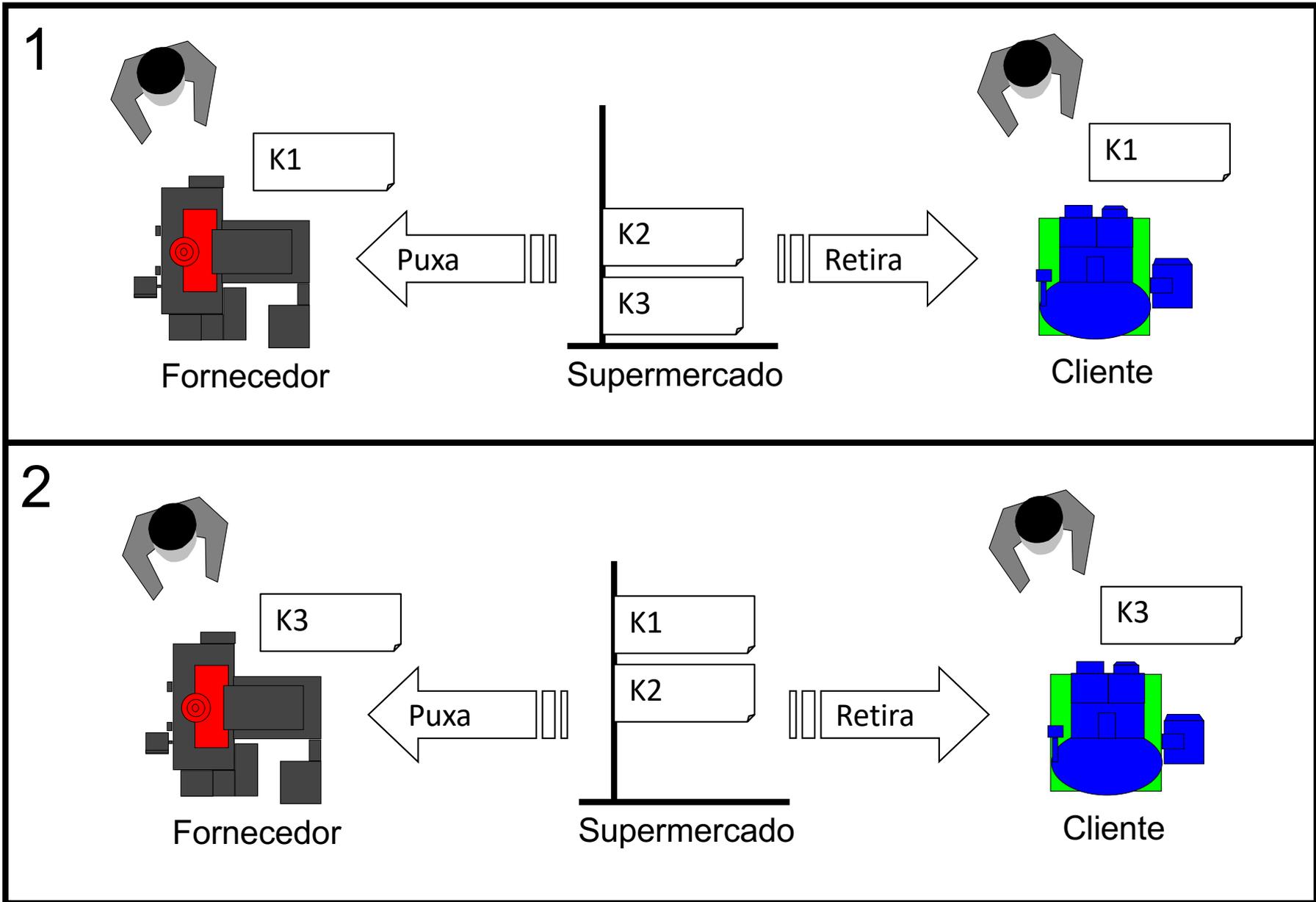
Programação Empurrada vs. Puxada



Programação Empurrada



Programação Puxada



Atividade #2 (para a próxima aula)

Elaborar uma previsão de vendas mensal para o cenário disponibilizado para sua equipe para o período de um ano, calculando o erro médio absoluto associado a sua técnica de previsão com base nos dados do ano anterior

Nota: erro médio absoluto (MAD – *Mean Absolute Deviation*) de previsão para um período é a soma do valor absoluto da diferença entre a demanda atual e a prevista para cada subperíodo desse período

$$MAD = \frac{\sum |D_{atual} - D_{prevista}|}{n}$$