

Planejamento e Controle de Operações Produtivas

Depto. de Engenharia de Produção
Escola Politécnica da USP
Prof. Dr. Dario Ikuo Miyake

2023

Natureza do Planejamento e Controle

Fornecimento de produtos e serviços



Demanda de produtos e serviços

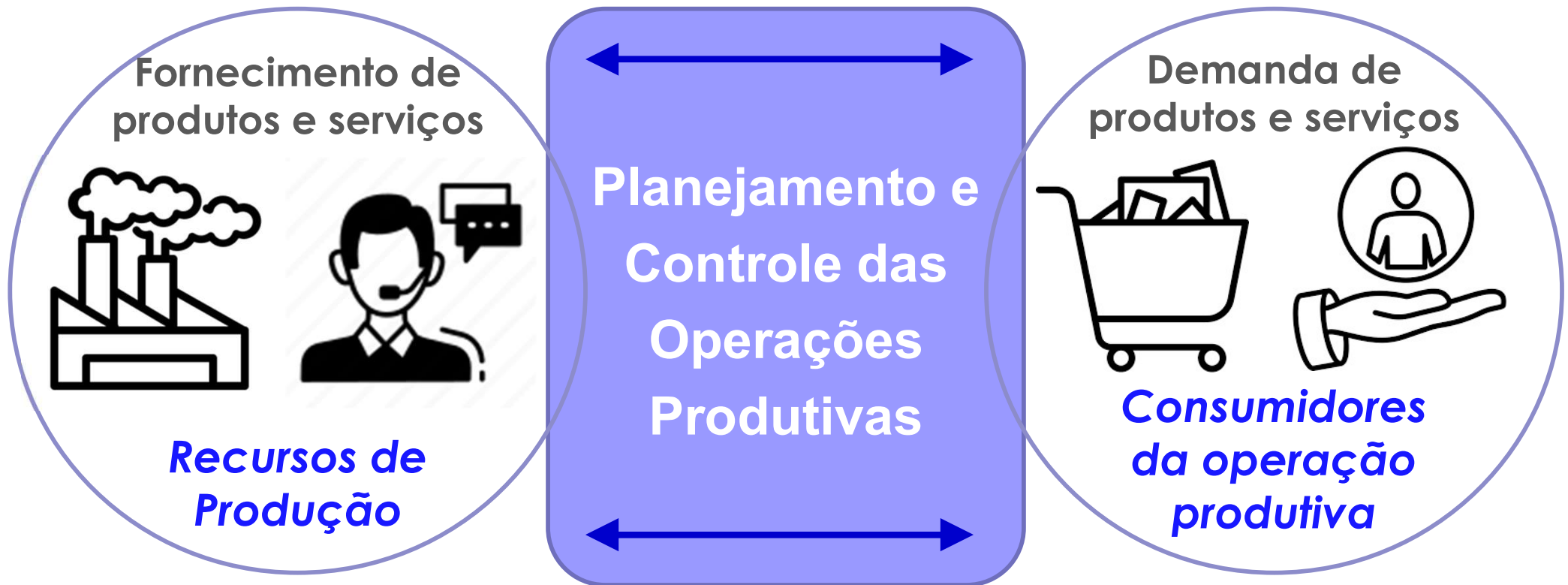


Recursos de Produção

Consumidores da operação produtiva

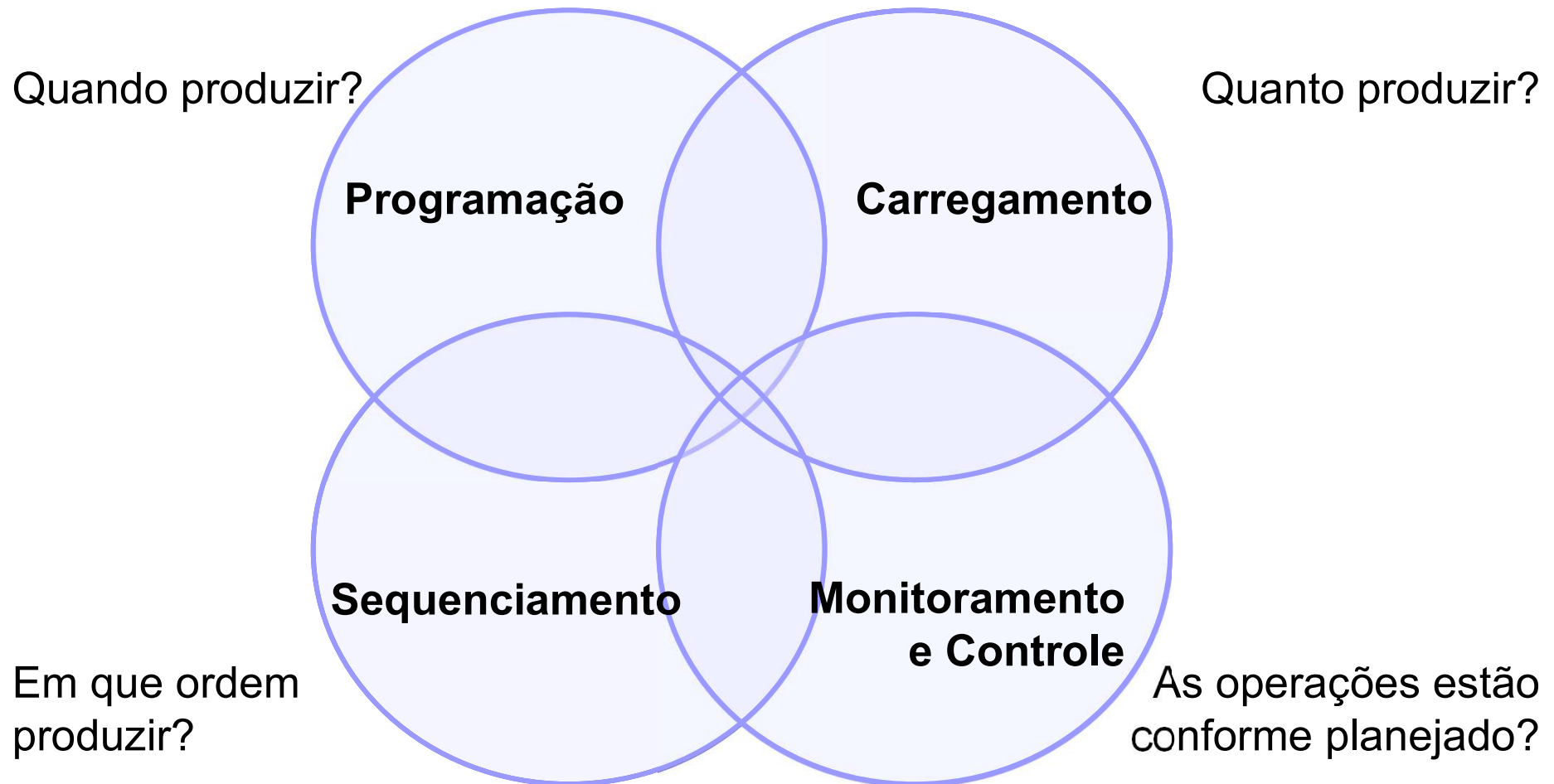
Cadeia de produção e distribuição de bens

Natureza do Planejamento e Controle

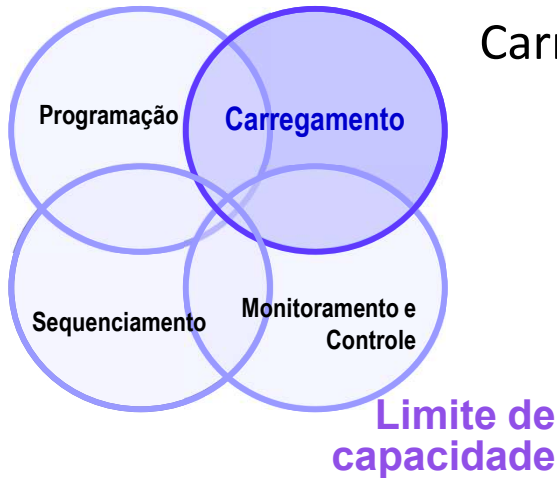


Em sistemas de fornecimento de produtos e/ou serviços, a função de Planejamento e Controle concilia as operações de produção com a demanda

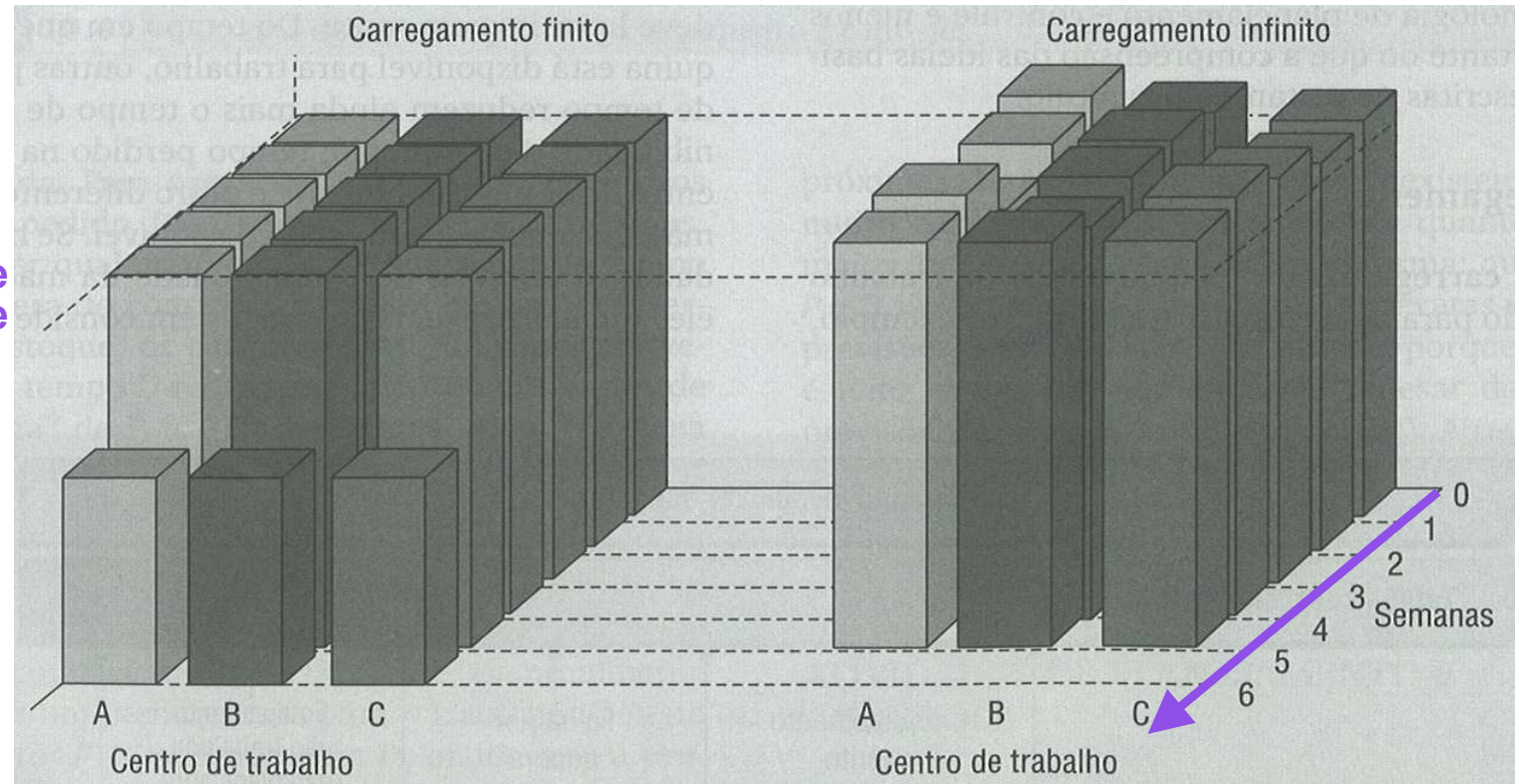
Atividades de Planejamento e Controle



Atividades de Planejamento e Controle



Carregamento finito e infinito de trabalhos (ordens de produção/serviço) em 3 centros de trabalho A, B e C num horizonte de 6 semanas



Centro de trabalho pode ser um operador, uma máquina, grupo de operadores, grupo de máquinas

Carregamento Finito:

limita o carregamento em cada centro de acordo com suas capacidades, mesmo que isso implique em atraso de alguns trabalhos.

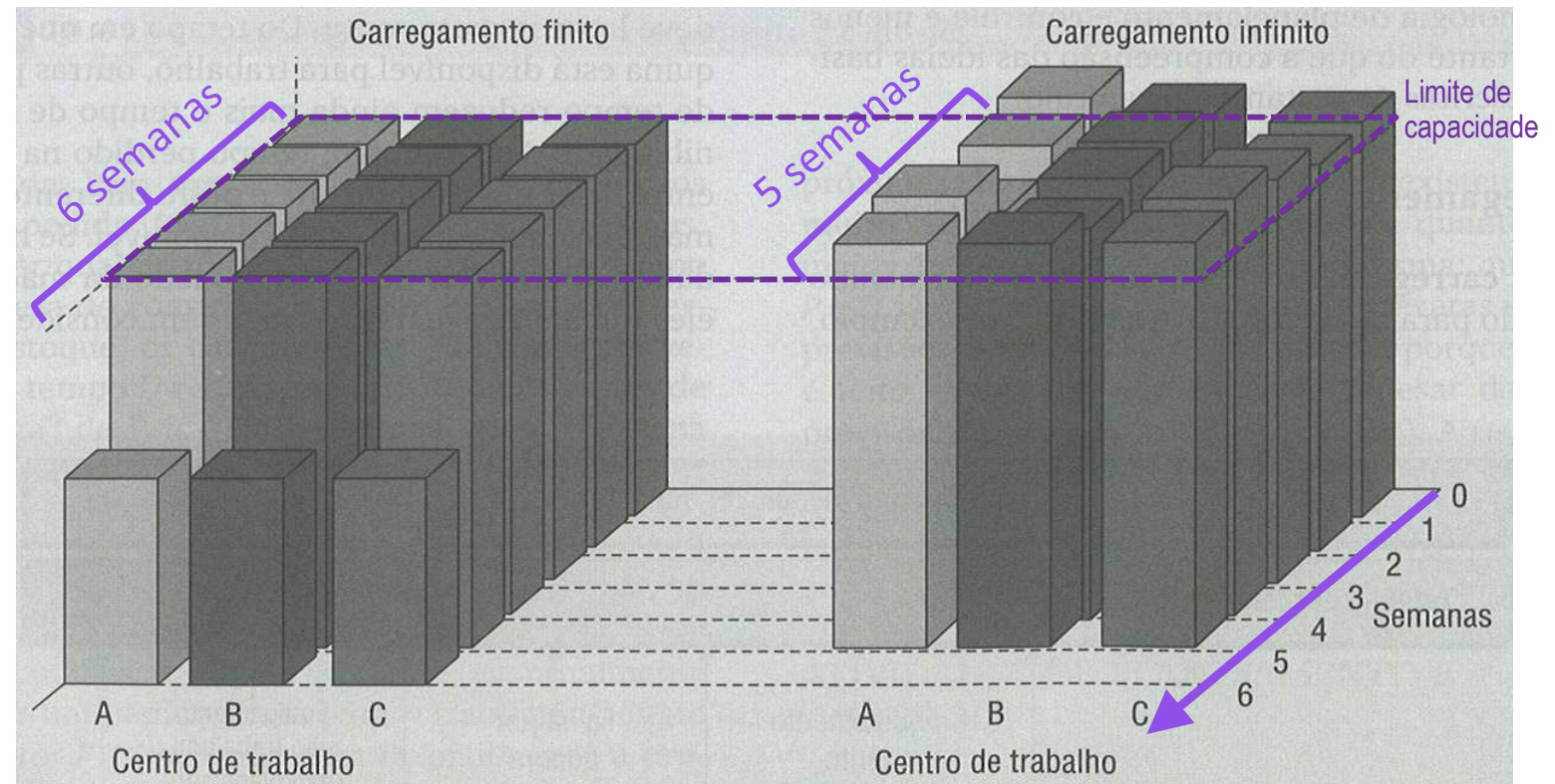
Carregamento “Infinito”:

permite que o carregamento de cada centro exceda suas capacidades para assegurar que os trabalhos não atrasem.

Atividades de Planejamento e Controle

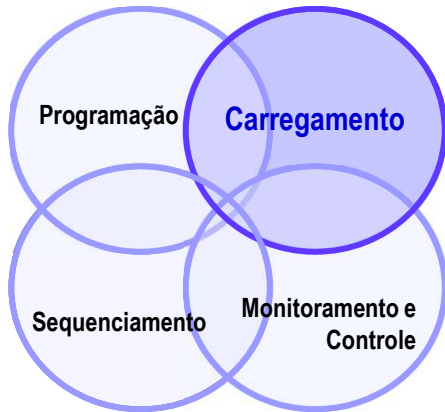


Carregamento finito e infinito de trabalhos (ordens de produção/serviço) em 3 centros de trabalho A, B e C num horizonte de 6 semanas



A admissão da abordagem de **Carregamento “Infinito”** possibilita concluir a execução de uma mesma quantidade de trabalho num prazo menor que a abordagem de **Carregamento Finito**

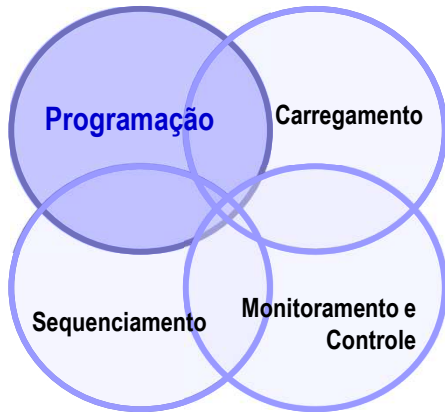
Atividades de Planejamento e Controle



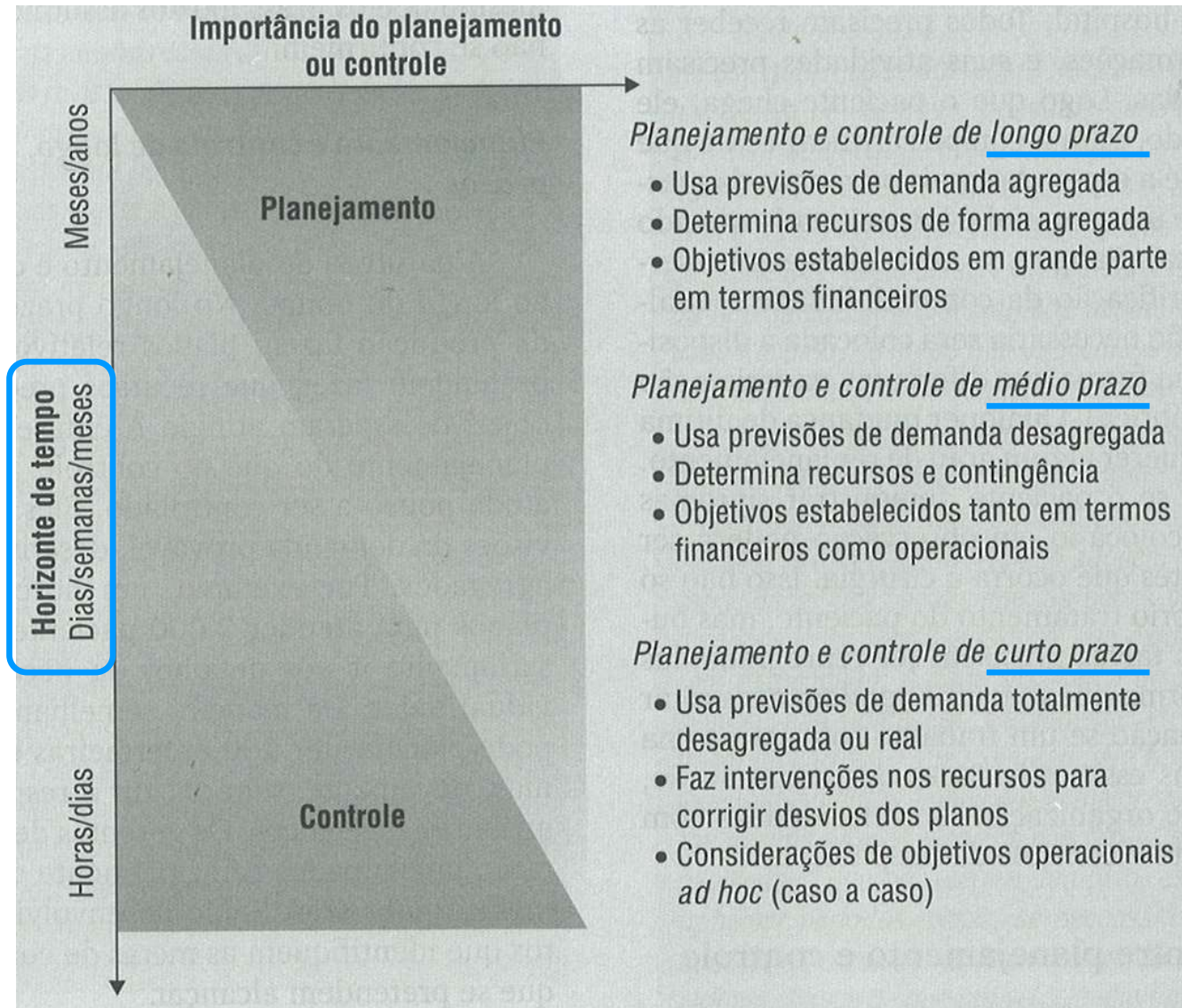
Exemplos que justificam a forma de carregamento adotada

Carregamento Finito	Carregamento “Infinito”
<p>Há possibilidade de se limitar a carga: Ex. Marcação de hora num consultório médico.</p>	<p>Não há possibilidade de limitar a carga: Ex. Atendimento de emergência em hospitais.</p>
<p>Há necessidade de limitar a carga: Ex. Quantidade de passageiros e bagagem limitada em aviões por segurança.</p>	<p>Não há necessidade de limitar a carga: Ex. Restaurantes de <i>fast food</i> projetadas para terem capacidade de atendimento flexível ajustável à demanda. Há certa tolerância para espera (fila) por parte dos consumidores.</p>
<p>Custo de limitação da carga não é proibitivo: Ex. Fabricante de carros esportivos de luxo.</p>	<p>Custo de limitação da carga é proibitivo: Ex. Em negócios em que se o cliente não puder ser atendido, a probabilidade de perdê-lo para a concorrência é muito alta.</p>

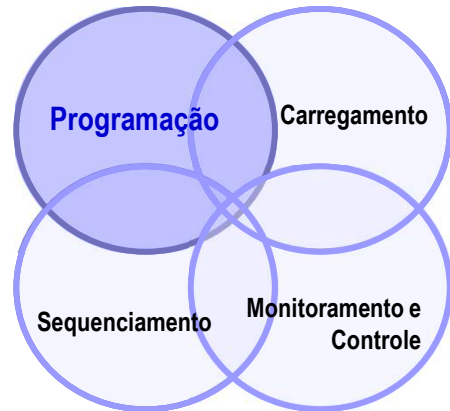
Atividades de Planejamento e Controle



A ênfase no Planejamento ou Controle muda conforme o horizonte de tempo em consideração

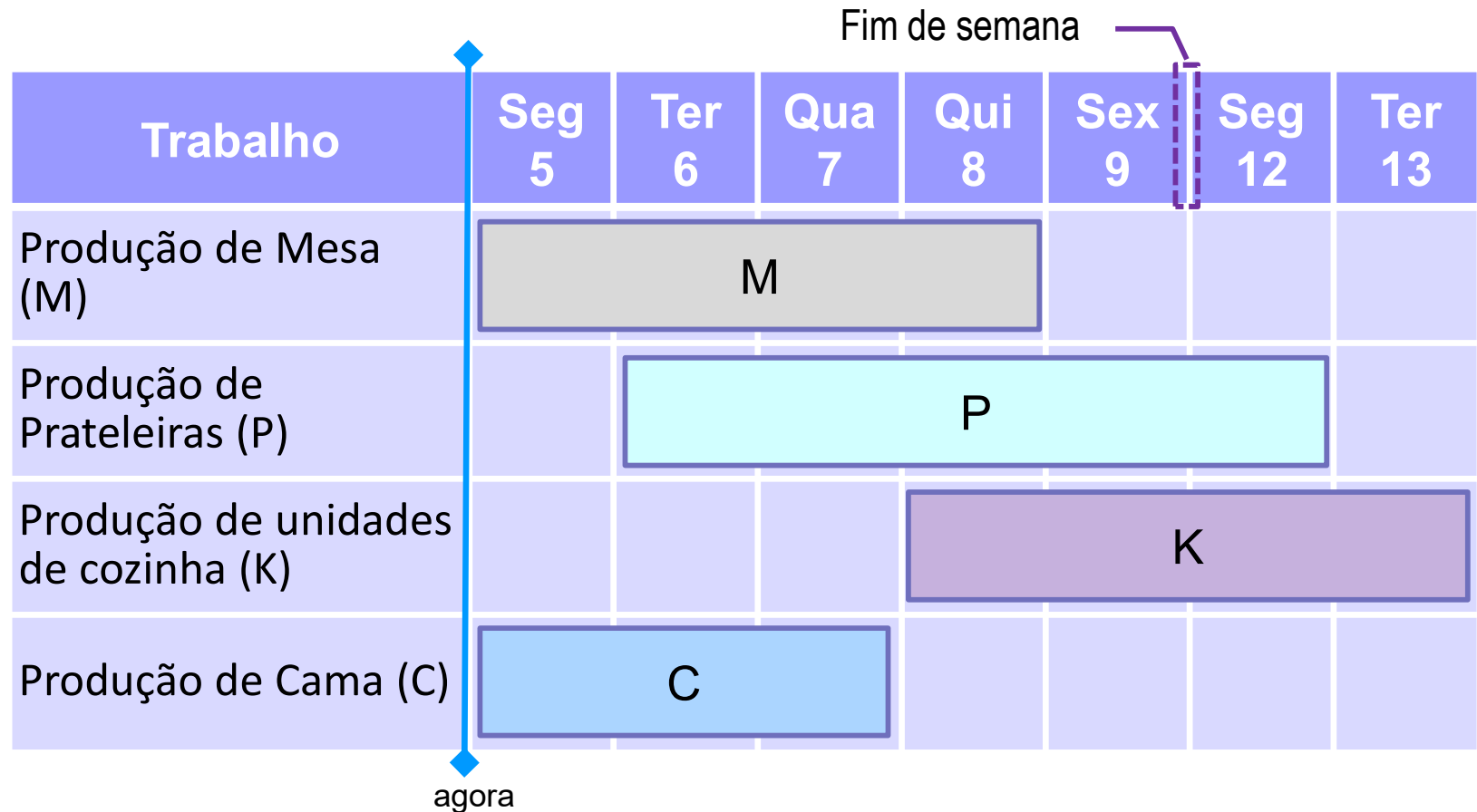


Atividades de Planejamento e Controle



Exemplo de programação para um fabricante de móveis

Gráfico de Gantt para o andamento do trabalho



Tempo programado da atividade

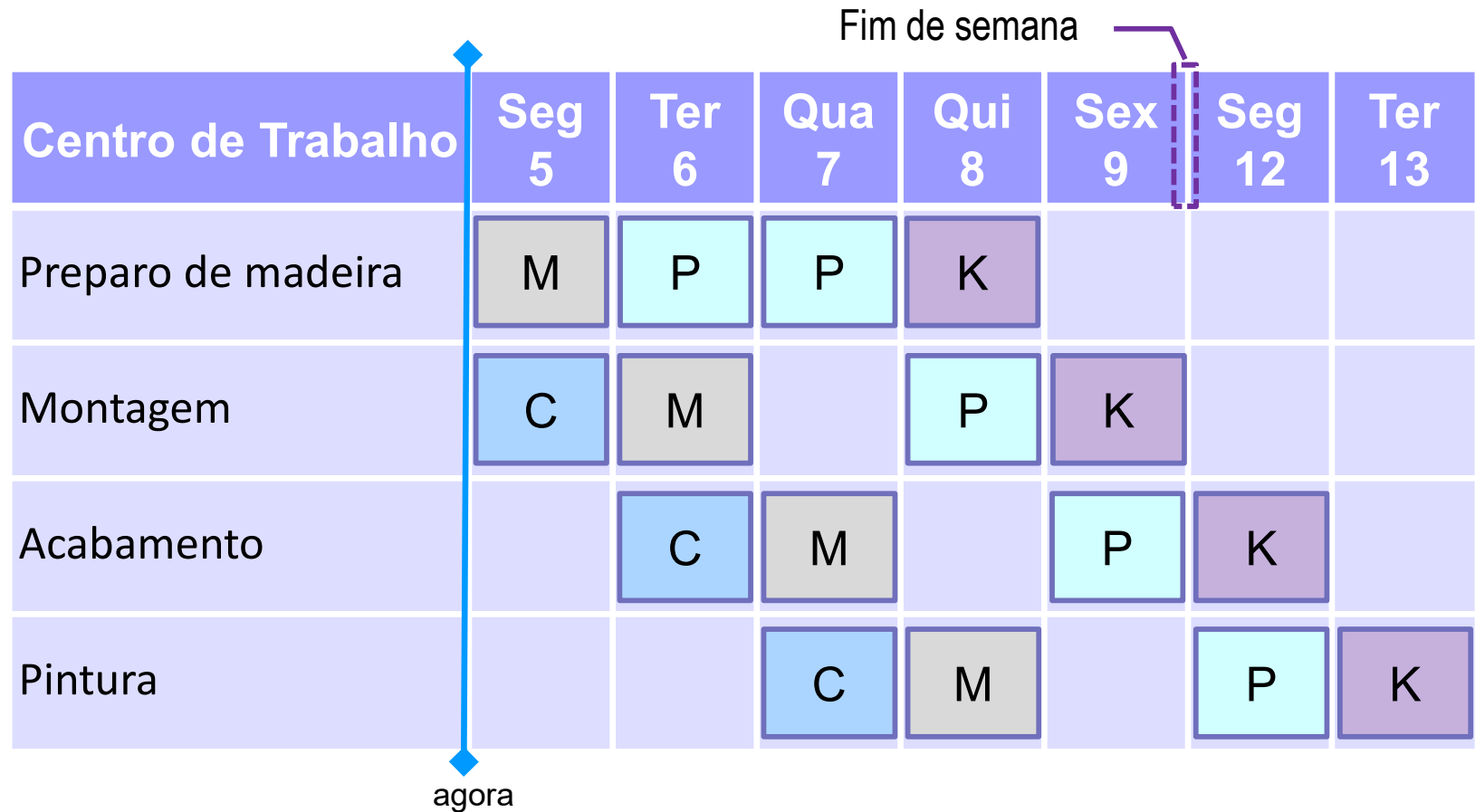


Atividades de Planejamento e Controle



Exemplo de programação para um fabricante de móveis

Gráfico de Gantt para Centros de Trabalho



Tempo programado da atividade



Atividades de Planejamento e Controle



Para sequenciar a execução dos trabalhos (ordens de produção/serviço) em centros de trabalho, diferentes **regras de priorização** podem ser usadas, tais como:

- ▶ **EDD**: *Earliest Due Date* / Data de Entrega ou Data Prometida mais próxima
- ▶ **FIFO** ou **FCFS**: *First In First Out* ou *First Come First Served* / Primeiro a Chegar, Primeiro a Ser Atendido
- ▶ **LIFO**: *Last In First Out* / Último a Chegar, Primeiro a Ser Atendido
- ▶ **SOT**: *Shortest Operation Time* / Operação Mais Curta antes
- ▶ **LOT**: *Longest Operation Time* / Operação Mais Longa antes

Atividades de Planejamento e Controle



Premissas adotadas em problemas de aplicação de **Regras de Priorização:**

- ▶ O conjunto de tarefas (ordens) é conhecido: nenhuma tarefa nova chega ou é cancelada depois que o processamento for iniciado
- ▶ O tempo de uma tarefa (*job time*) inclui os tempos de *setup* e processamento
- ▶ O tempo de *setup* independe da sequência de processamento
- ▶ O tempo das tarefas é de natureza determinística
- ▶ Não ocorrem interrupções do processamento por fatores como quebra de máquina, acidente ou falta de funcionário

Atividades de Planejamento e Controle



Exemplo de aplicação:

Um sistema de produção recebeu 5 ordens de produção (O.P.) que chegaram na seguinte sequência:

1° A → 2° B → 3° C → 4° D → 5° E

Os dados abaixo referem-se a essas ordens:

Ordens	Tempo de processo (dias)	Data Prometida (de Entrega)
A	5	6
B	3	5
C	6	8
D	2	7
E	1	3

Como avaliar o desempenho do sistema de produção em função da **regra de sequenciamento** que for adotada para executar estas ordens?

Atividades de Planejamento e Controle

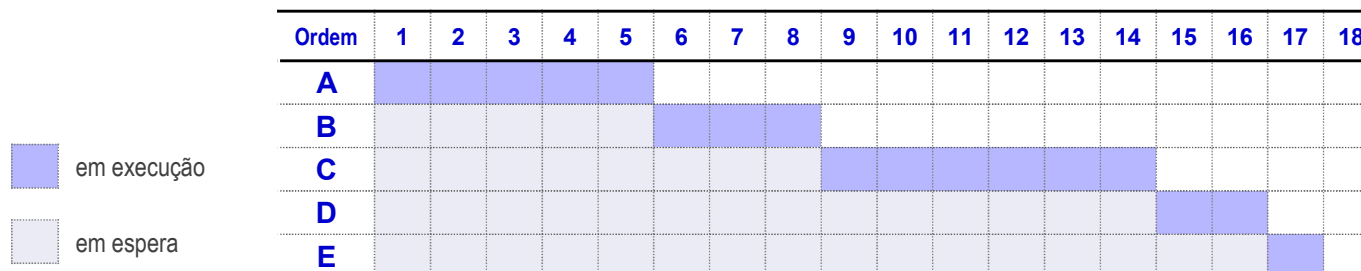


Exemplo de aplicação:

Uma possibilidade de **sequenciamento** destas 5 ordens de produção é de executá-las na sequência em que chegaram (**1º A → 2º B → 3º C → 4º D → 5º E**), isto é, aplicando a regra **FIFO**.

Dados fornecidos (fundo azul)

	Sequência de ordens	Tempo de processo (dias)	Data de Início	Data de Término ou Tempo de Fluxo	Data Prometida	Antecipação (dias)	Atraso (dias)
1.	A	5	0	5	6	1	0
2.	B	3	5	8	5	0	3
3.	C	6	8	14	8	0	6
4.	D	2	14	16	7	0	9
5.	E	1	16	17	3	0	14



Atividades de Planejamento e Controle



Exemplo de aplicação:

Uma possibilidade de **sequenciamento** destas 5 ordens de produção é de executá-las na sequência em que chegaram ($\rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$), isto é, aplicando a regra **FIFO**. A tabela na parte inferior mostra o **desempenho do sistema de produção** com a aplicação desta regra:

Dados fornecidos (fundo azul)

	Sequência de ordens	Tempo de processo (dias)	Data de Início	Data de Término ou Tempo de Fluxo	Data Prometida	Antecipação (dias)	Atraso (dias)
1.	A	5	0	5	6	1	0
2.	B	3	5	8	5	0	3
3.	C	6	8	14	8	0	6
4.	D	2	14	16	7	0	9
5.	E	1	16	17	3	0	14

Soma dos Tempos de Fluxo (STF) =	60	Antecipação / Atraso total =	1	32
Tempo de Fluxo médio (para as 5 ordens) =	12,0 dias	Antecipação média (para as 5 ordens) =	0,2 dia	-
Duração Total da Programação (DTP) =	17	Atraso médio (para as 5 ordens) =	-	6,4 dias
Estoque em Processo Médio (para as 5 ordens) = STF/DTP =	3,53 ordens			

Indicadores de desempenho do sistema

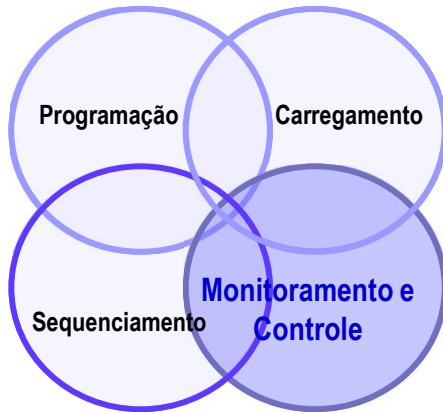
60/17

60/5

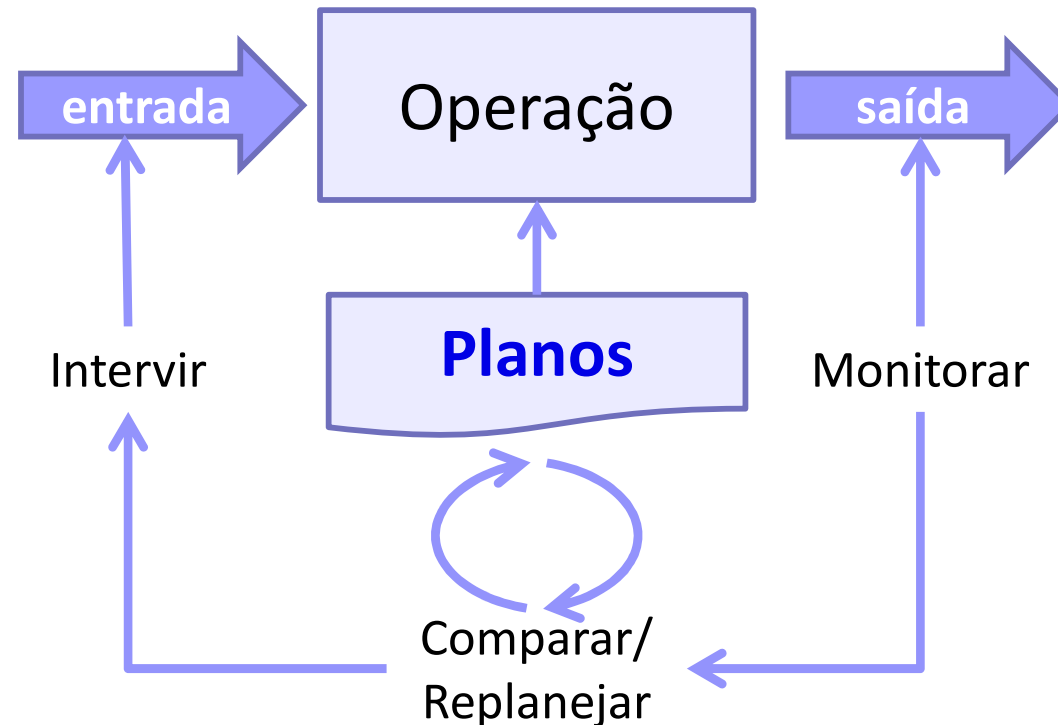
1/5

32/5

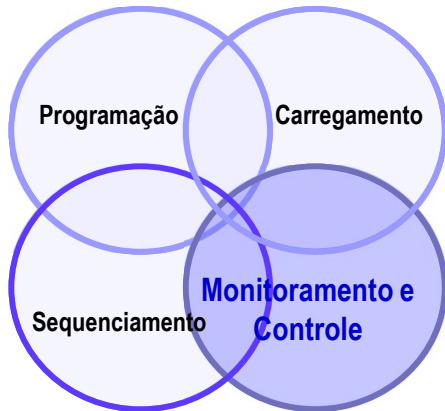
Atividades de Planejamento e Controle



- ▶ Decisões de carregamento, programação e sequenciamento resultam em **Planos** de Operação
- ▶ As Operações precisam ser monitoradas para assegurar que os **Planos** estejam de fato sendo cumpridos
- ▶ Desvios dos **Planos** podem ser retificados por algum tipo de Intervenção da operação o que provavelmente incorrerá em algum planejamento

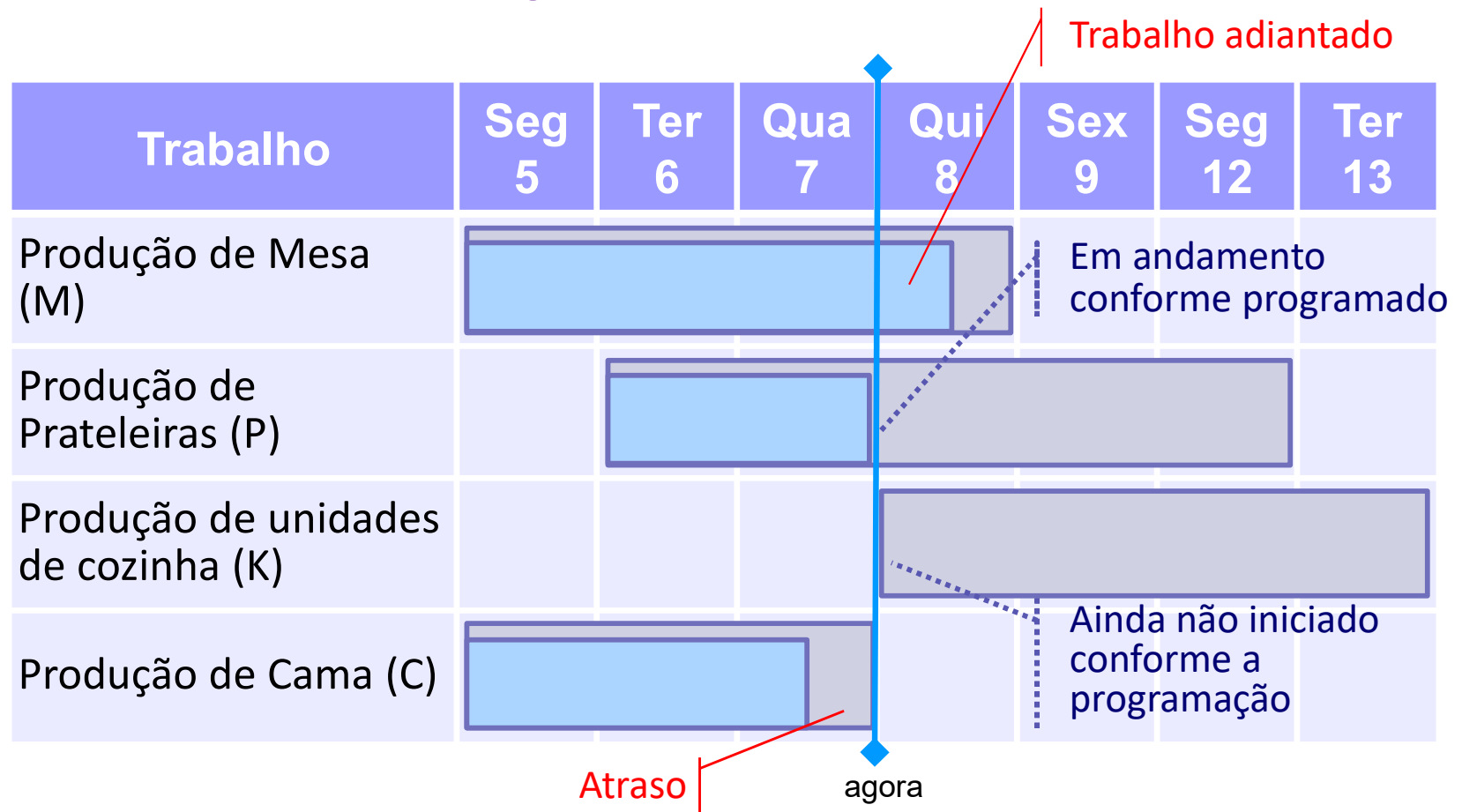


Atividades de Planejamento e Controle



Exemplo de monitoramento do programa de produção para um fabricante de móveis

Gráfico de Gantt para o andamento do trabalho



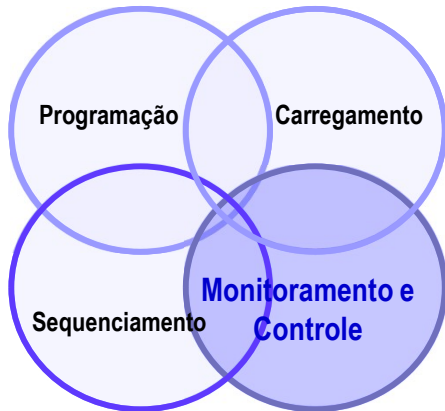
Tempo programado da atividade

Apontamento do andamento real da atividade



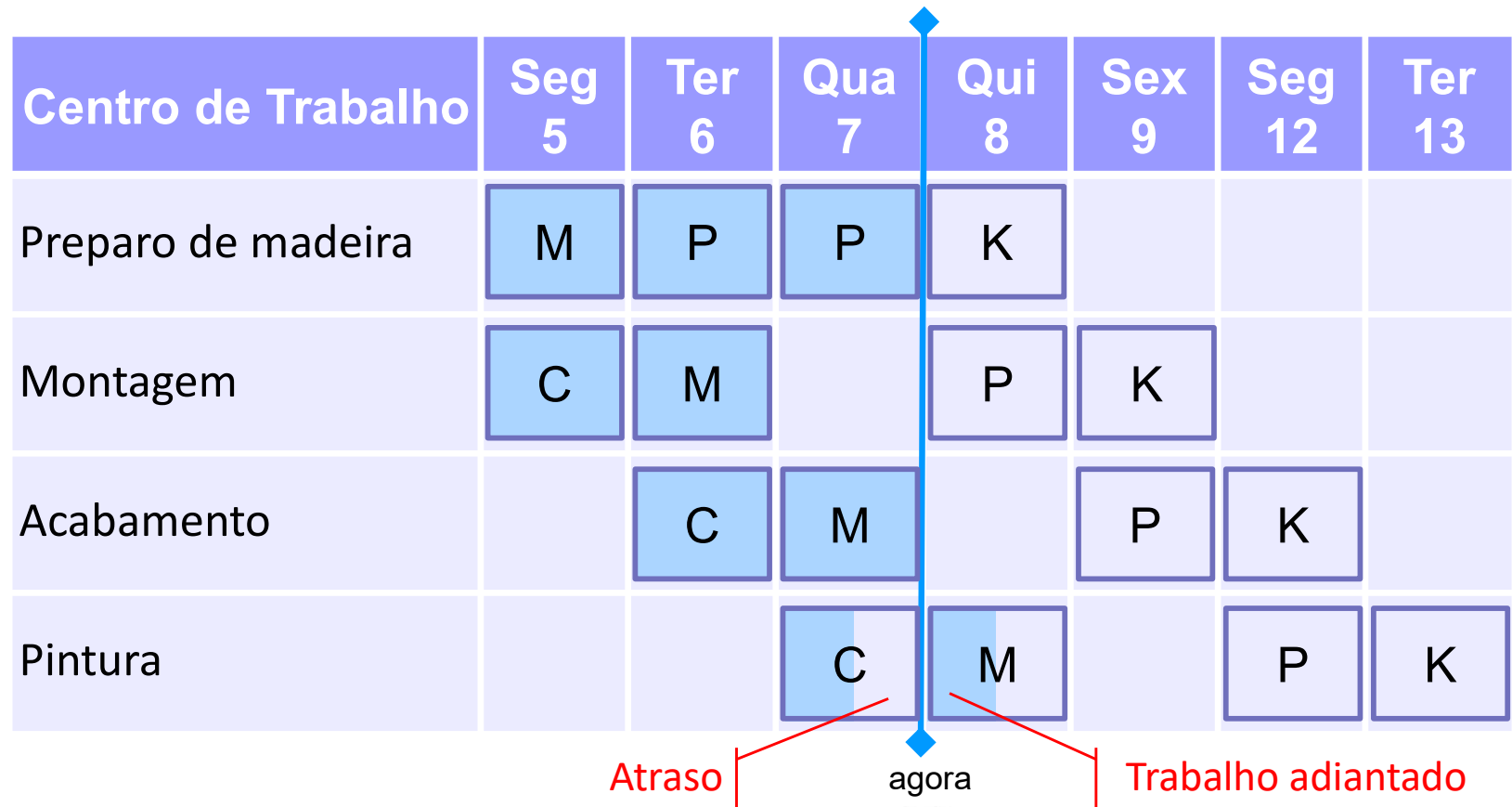
Por que a Ordem de Produção de C está atrasada?

Atividades de Planejamento e Controle



Exemplo de monitoramento do programa de produção para um fabricante de móveis

Gráfico de Gantt para Centros de Trabalho



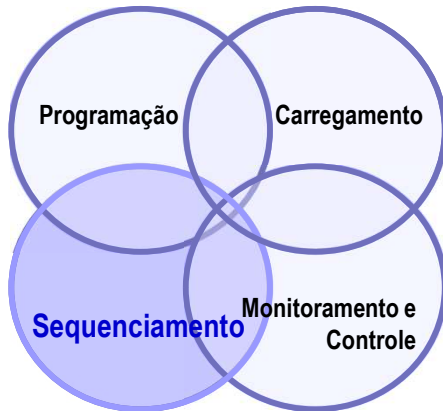
Tempo programado da atividade

Apontamento do andamento real da atividade



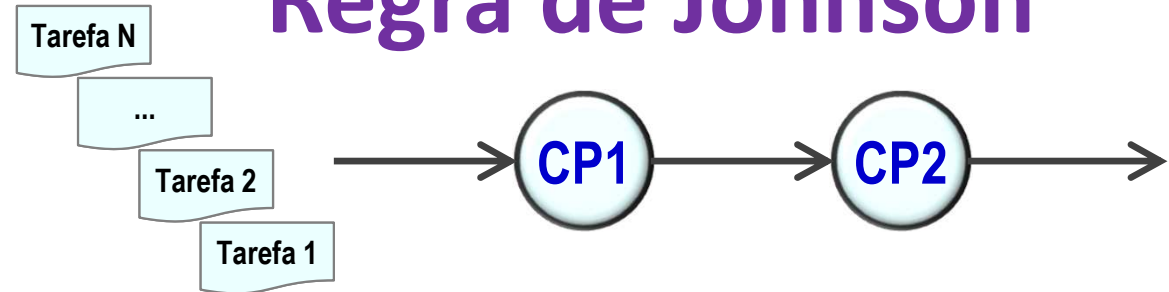
Por que a pintura de M já foi iniciada?

Atividades de Planejamento e Controle



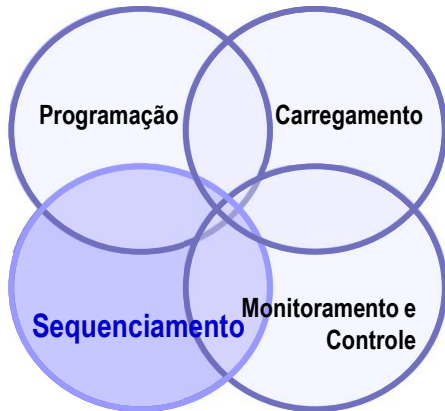
Para sequenciamento de n trabalhos que devem atravessar dois (2) centros de produção (CP) na mesma sequência, esta regra é recomendada quando se quer reduzir o tempo total de execução (*makespan*) de um conjunto de tarefas, de forma a minimizar atrasos e potencializar a utilização dos recursos.

Regra de Johnson

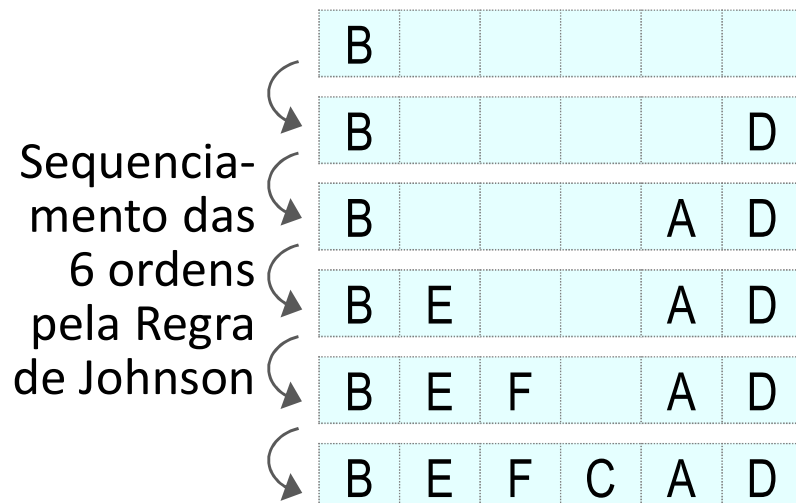


1. Listar as tarefas a serem executadas e seus tempos de processamento em cada CP.
2. Identificar a tarefa com menor tempo de processamento em um CP. Se este tempo ocorre no 1º CP, programá-la no início da sequência; se ocorre no 2º CP, programá-la no fim da sequência.
3. Retirar a tarefa programada da lista.
4. Repetir os passos 2 e 3 para completar a programação considerando as tarefas ainda não incluídas, partindo dos extremos da sequência em direção ao seu centro, posicionando a tarefa a ser incluída mais próxima do início se o menor tempo ocorre no 1º CP ou mais próxima do fim se ocorre no 2º CP, até que todas as tarefas tenham sido programadas.

Atividades de Planejamento e Controle



No exemplo à direita a regra é aplicada para sequenciar a execução de 6 trabalhos que precisam passar pelos processos de Impressão e Encadernação numa gráfica.



Regra de Johnson

