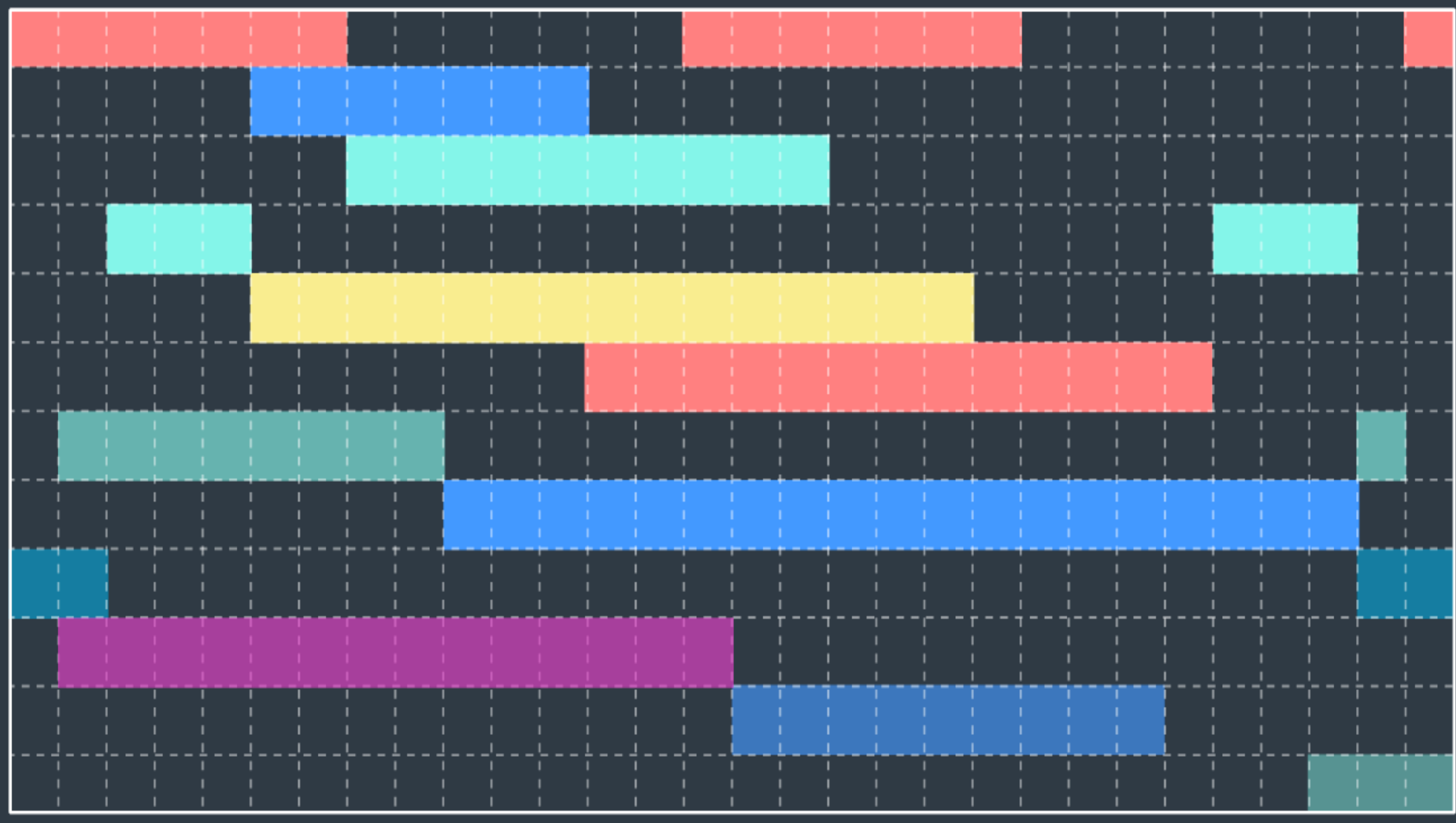
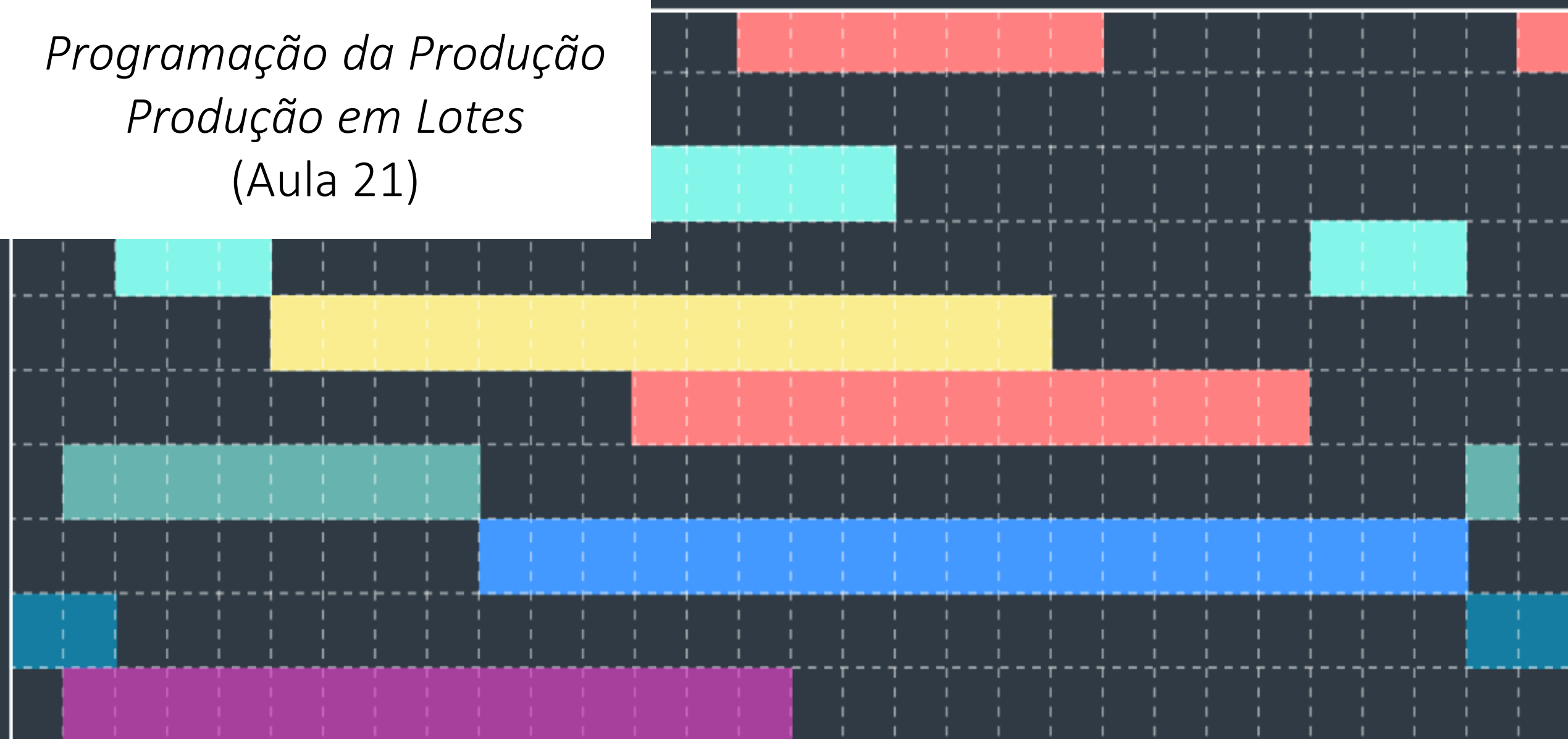




Programação da Produção

Produção em Lotes

(Aula 21)



Programação e Controle da Produção

Prof. Daniel de Oliveira Mota
Dep. Engenharia de Produção

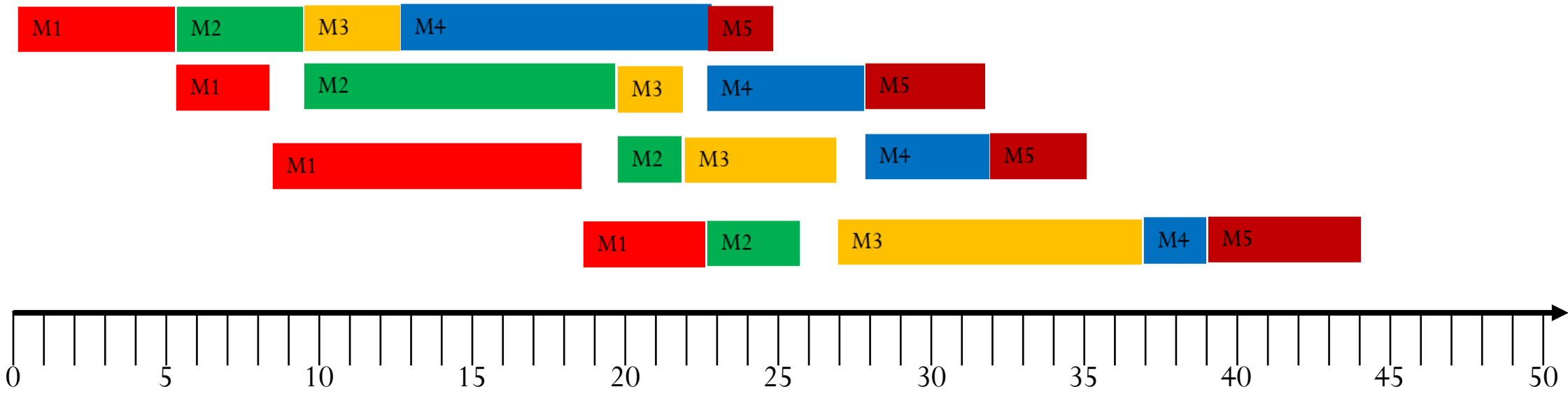


Agenda

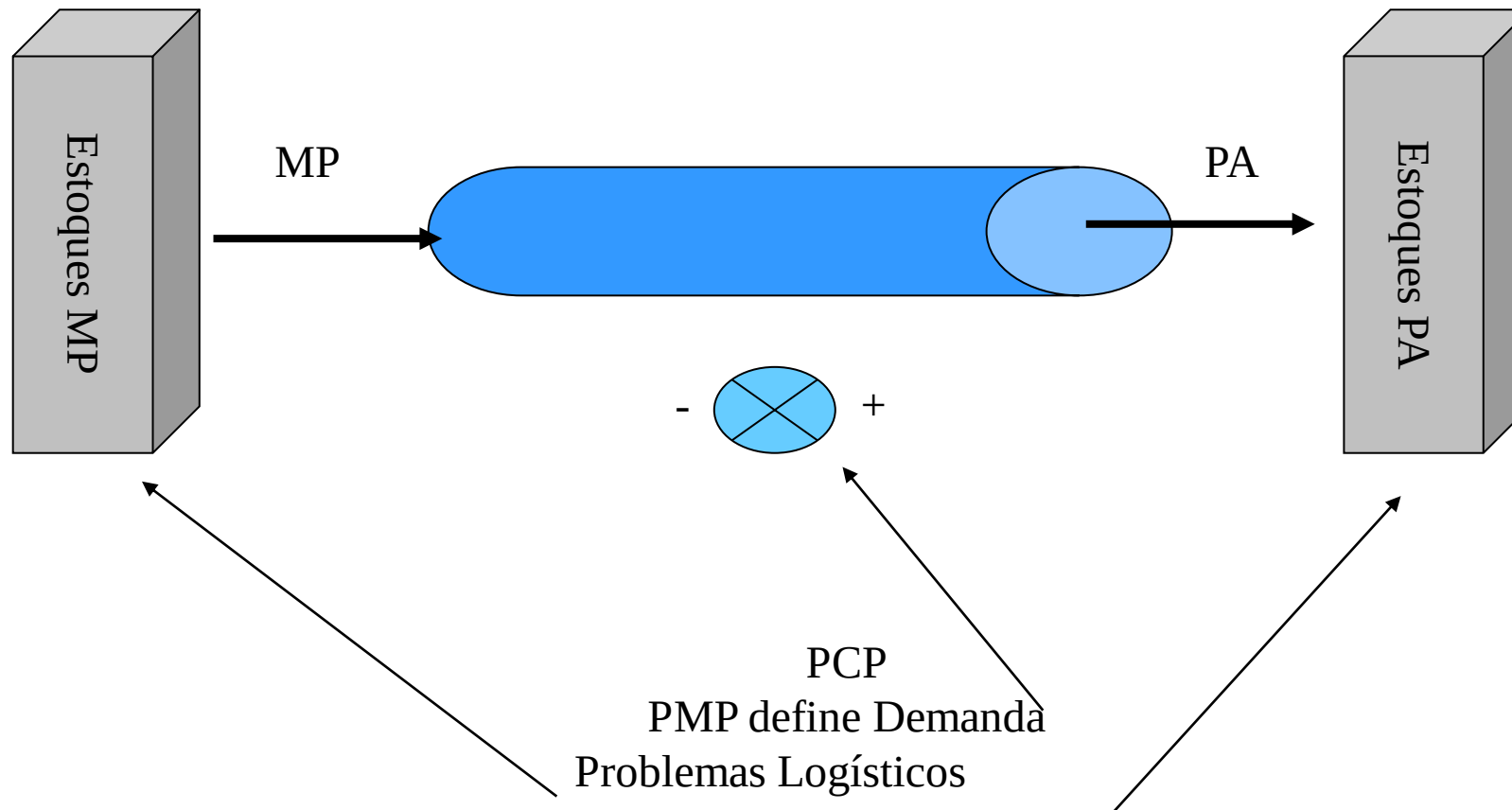
- Programação da Produção
 - *Produção em lotes (Flowshop e Jobshop)*

Problema motivação

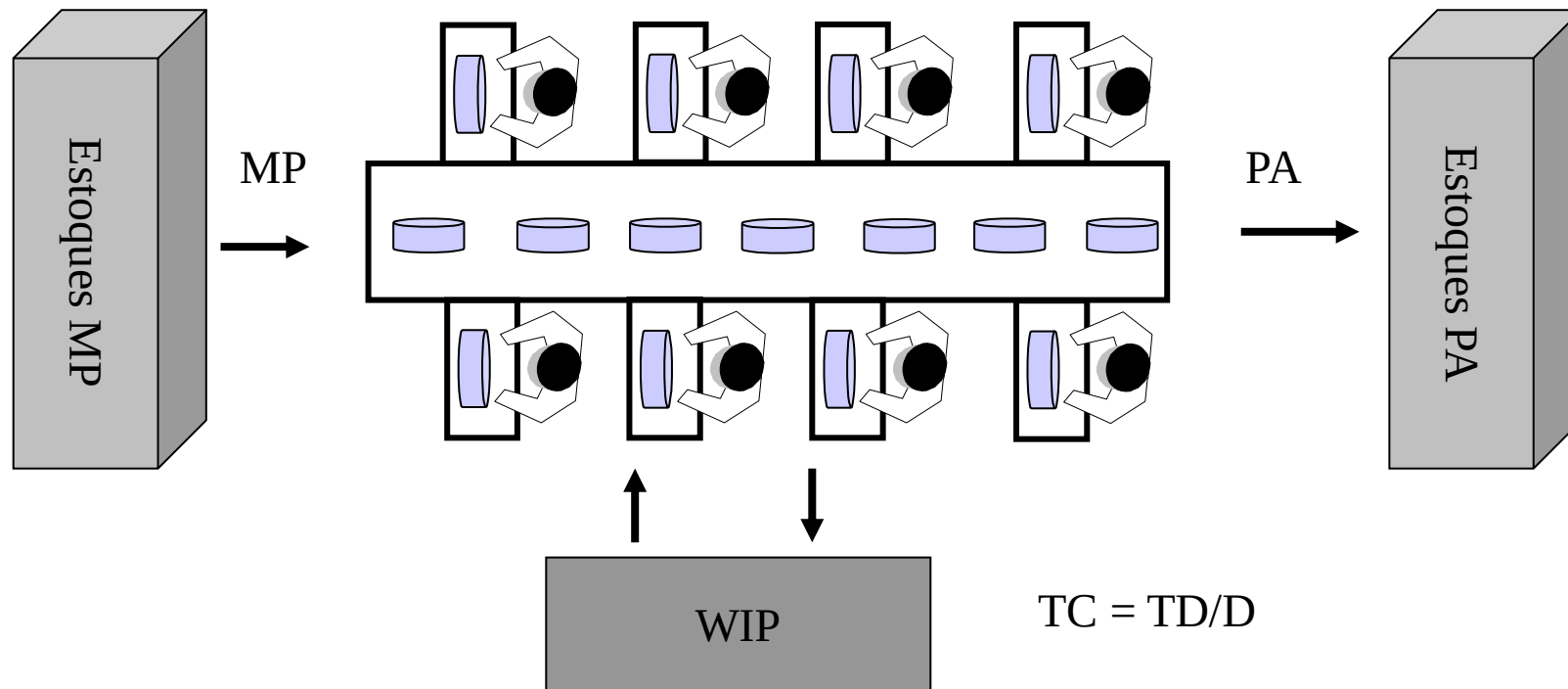
Jobs	1	2	3	4	5
$P_{1,j}$	5	4	3	10	2
$P_{2,j}$	3	10	2	5	4
$P_{3,j}$	10	2	5	4	3
$P_{4,j}$	4	3	10	2	5



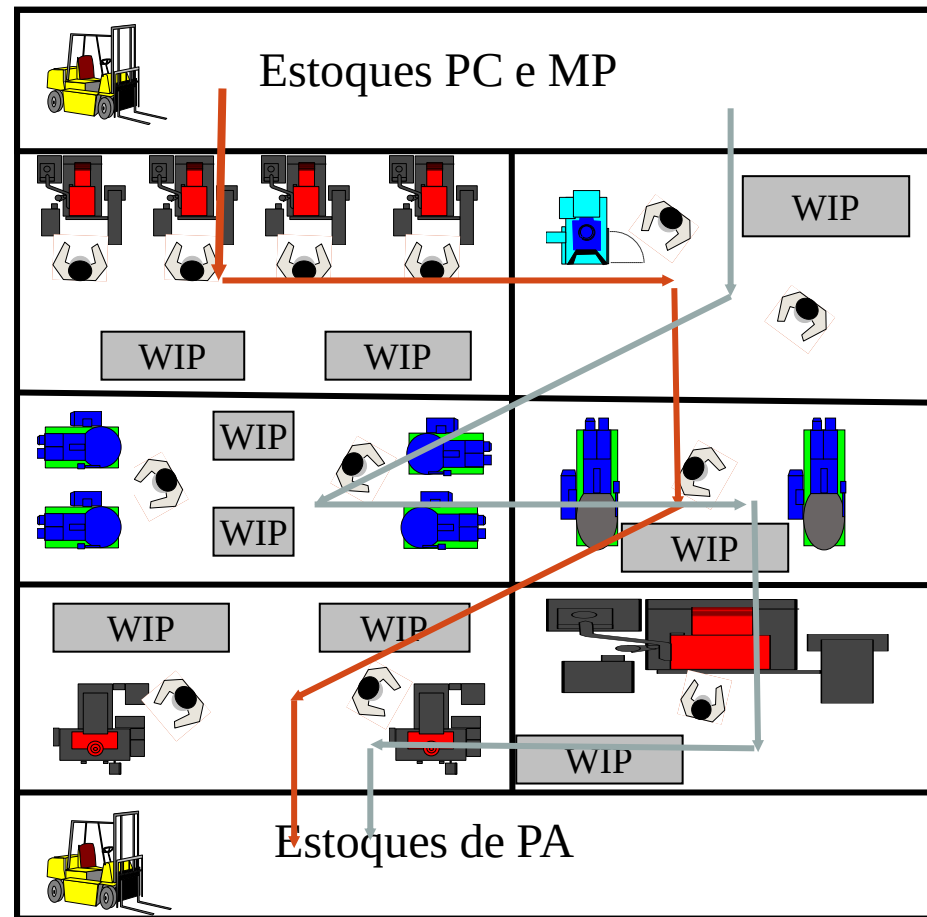
Sistemas de Produção Contínuos



Sistemas de Produção em Massa

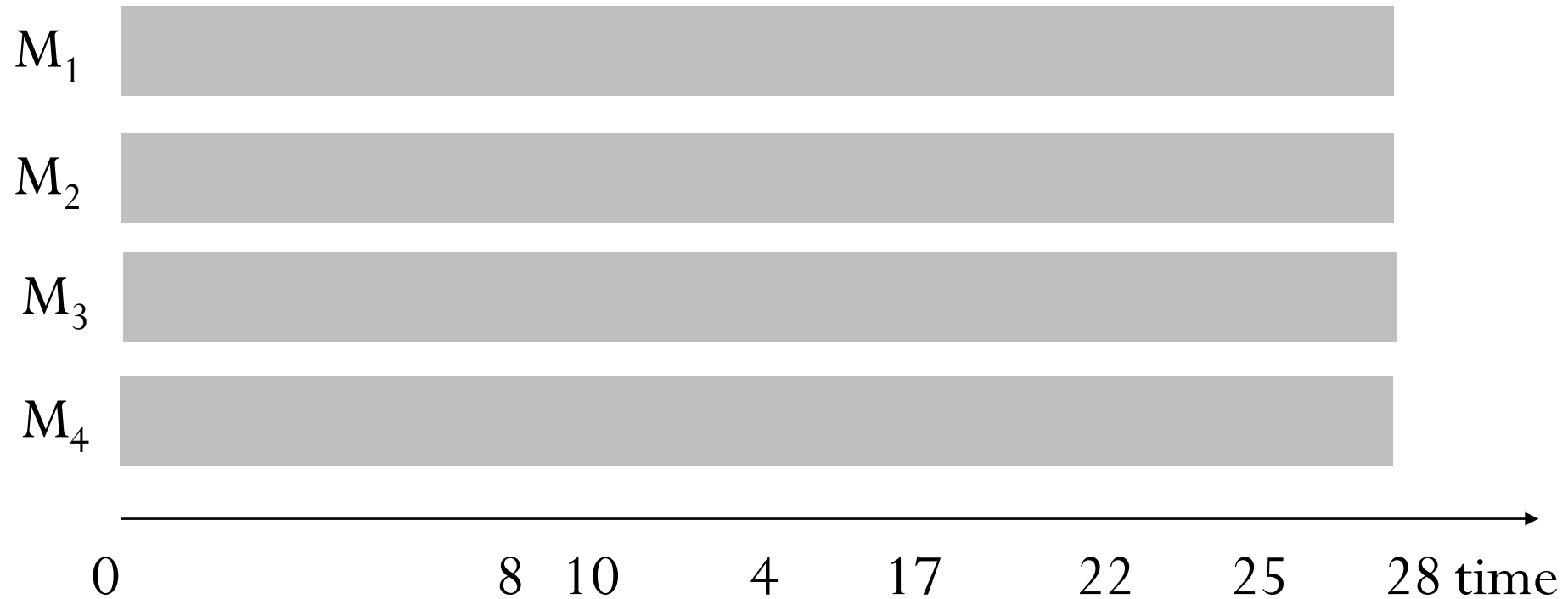


Sistemas de Produção em Lotes



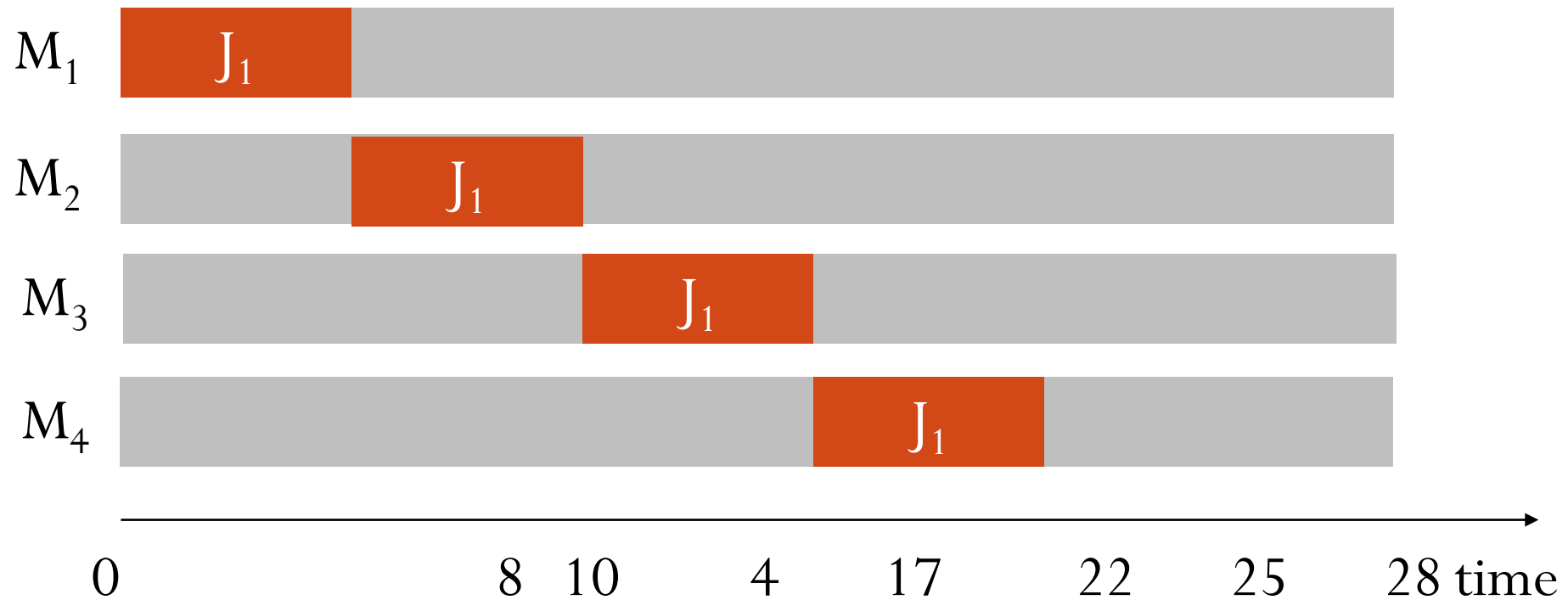
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em linha – Gráfico de Gantt



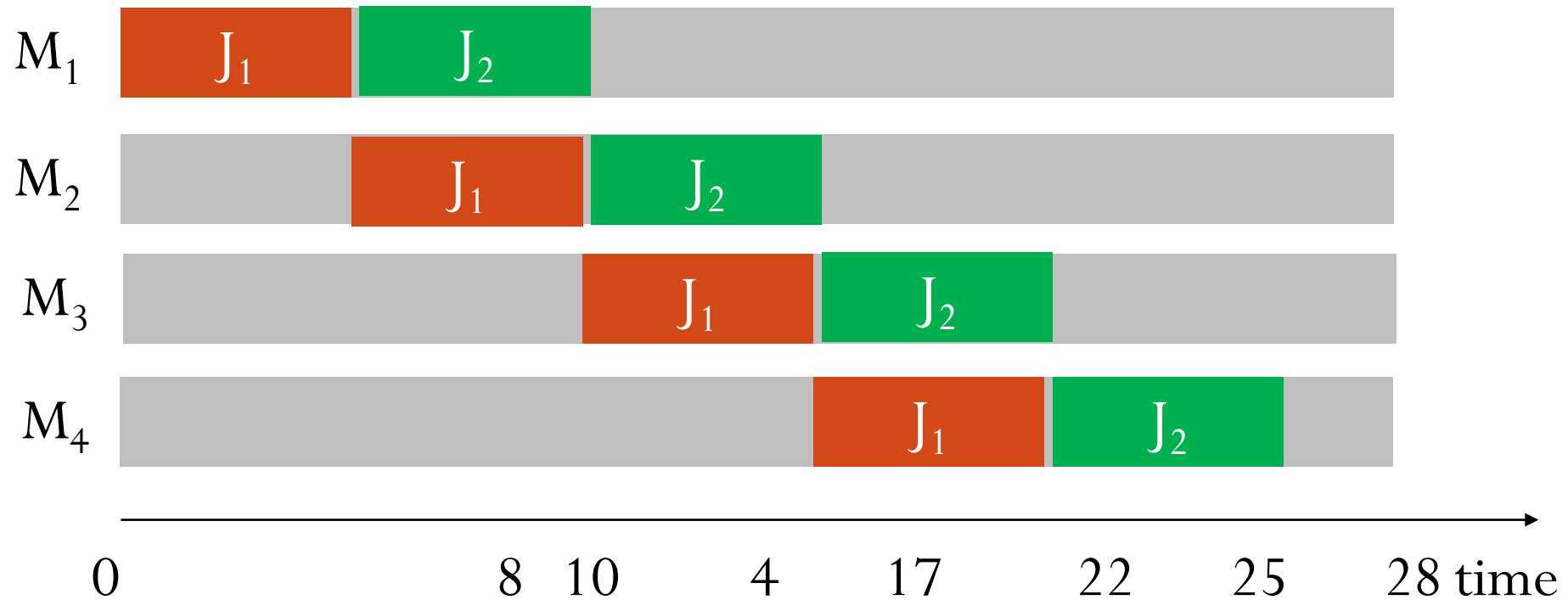
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em linha – Gráfico de Gantt



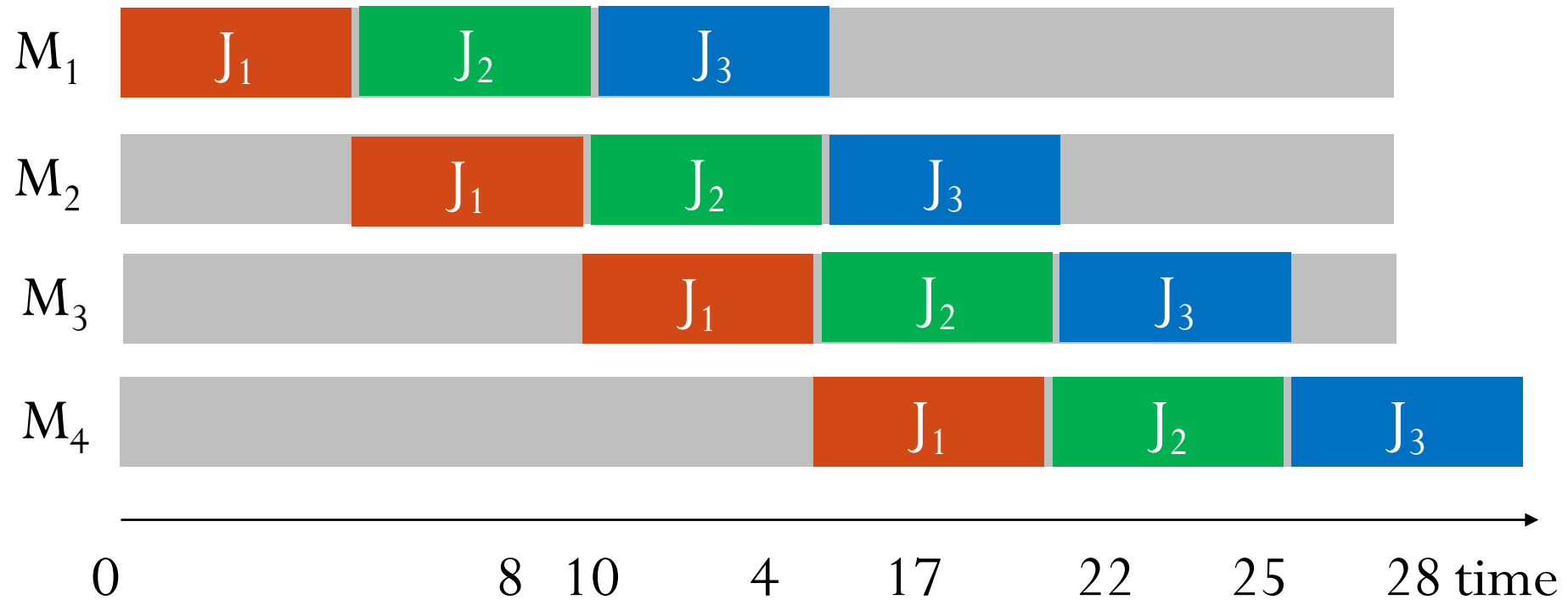
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em linha – Gráfico de Gantt



Classificação – Fluxo de processos

- Processos em linha – Gráfico de Gantt



Job shop

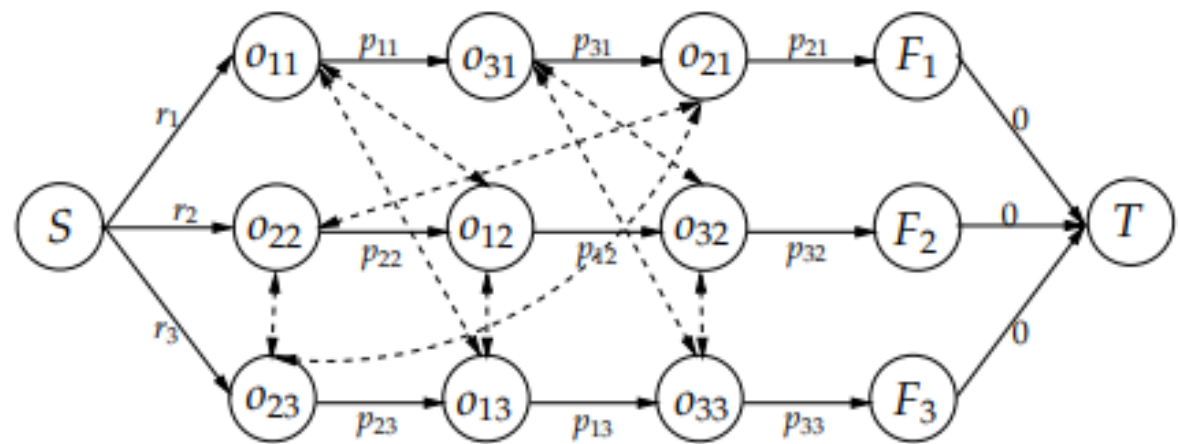


Figure 1: Disjunctive graph representation for (Jm).

$$\min H(S) + C(S)$$

s.t.

$$C_{1j} - w_{1j} = r_j + p_{1j} \quad \forall j$$

$$C_{i-1j} - C_{ij} + w_{ij} = -p_{ij} \quad \forall i = 2, \dots, m_j, \forall j$$

$$C_{ik} - C_{ij} \geq p_{ik} \text{ or } C_{ij} - C_{ik} \geq p_{ij} \quad \forall i, \forall j, k \in J_i$$

$$C_{ij}, w_{ij} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m_j, \forall j.$$

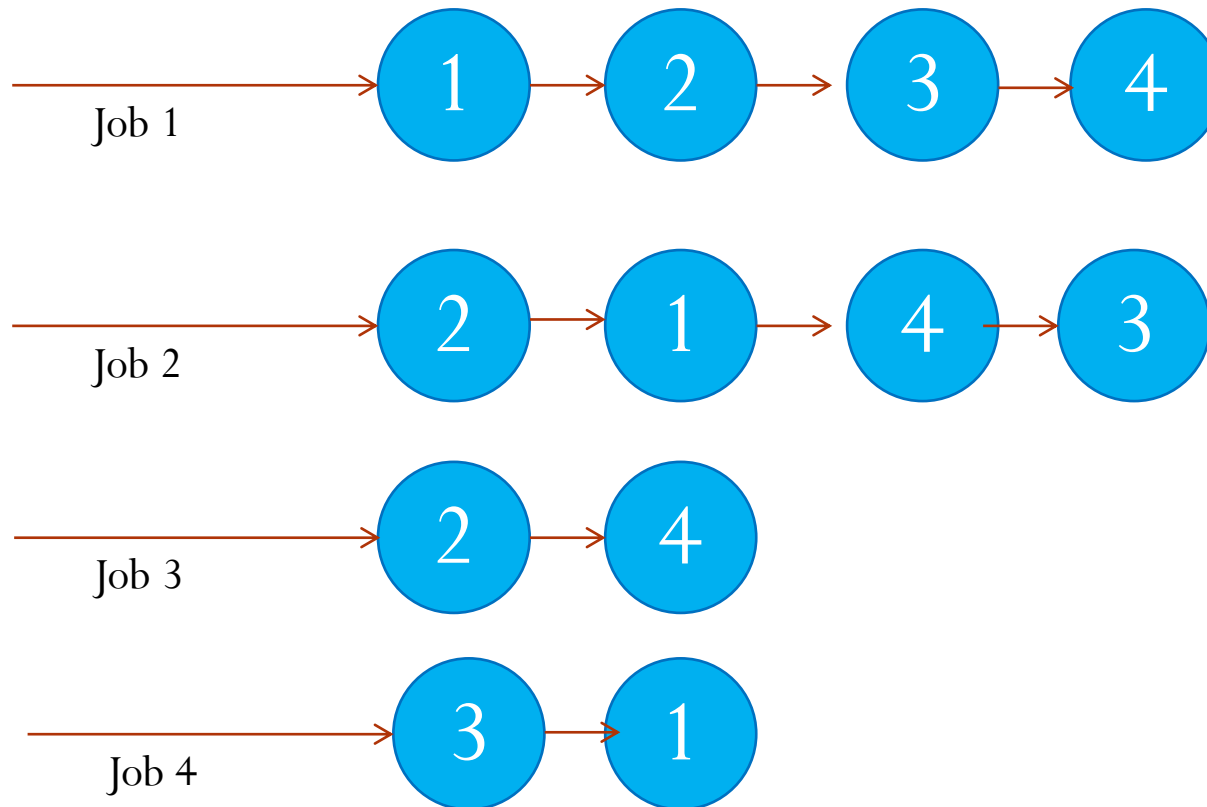
$$\forall j$$
$$i = 2, \dots, m_j, \forall j$$
$$\forall i, \forall j, k \in J_i$$
$$i = 1, \dots, m_j, \forall j.$$

Jobs	1	2	3	4	5
$P_{1,j}$	5	4	3	10	2
$P_{2,j}$	3	10	2	5	4
$P_{3,j}$	10	2	5	4	3
$P_{4,j}$	4	3	10	2	5

Machines	1	2	3	4	5
$P_{1,j}$	4	3	1	2	5
$P_{2,j}$	3	5	2	4	1
$P_{3,j}$	5	2	1	4	2
$P_{4,j}$	2	1	5	3	4

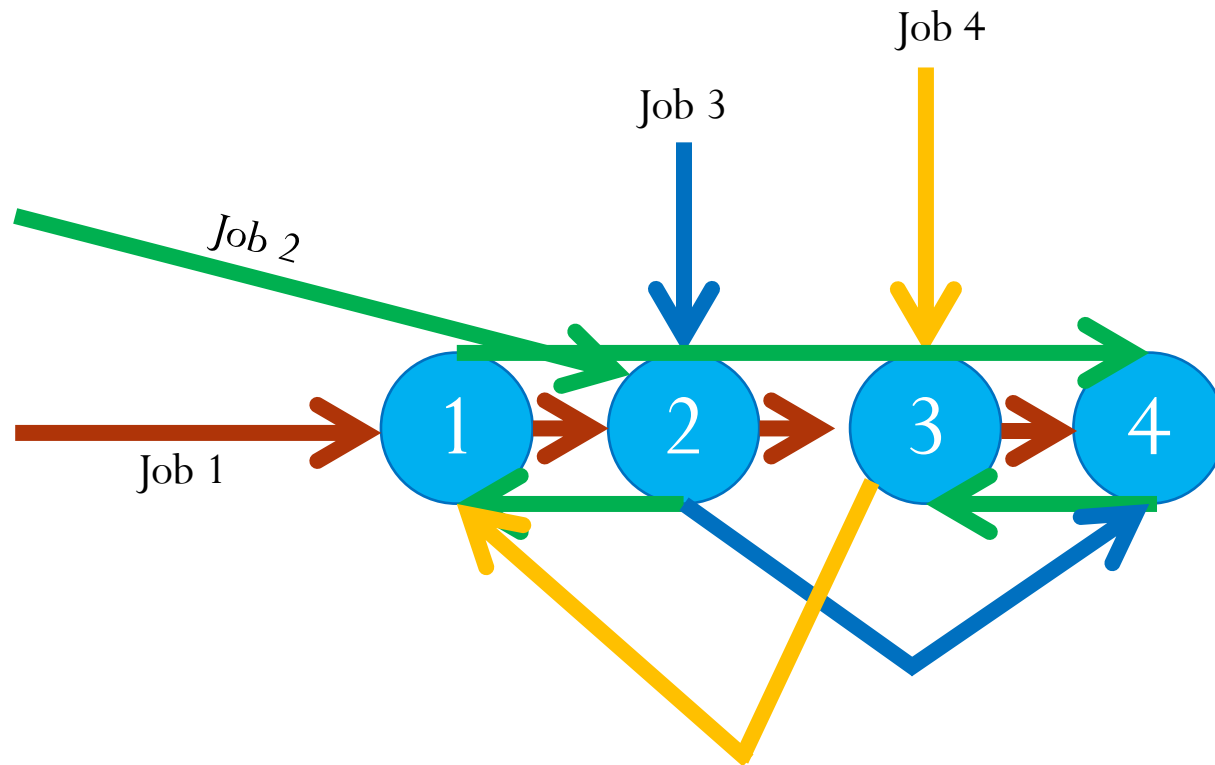
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em lote



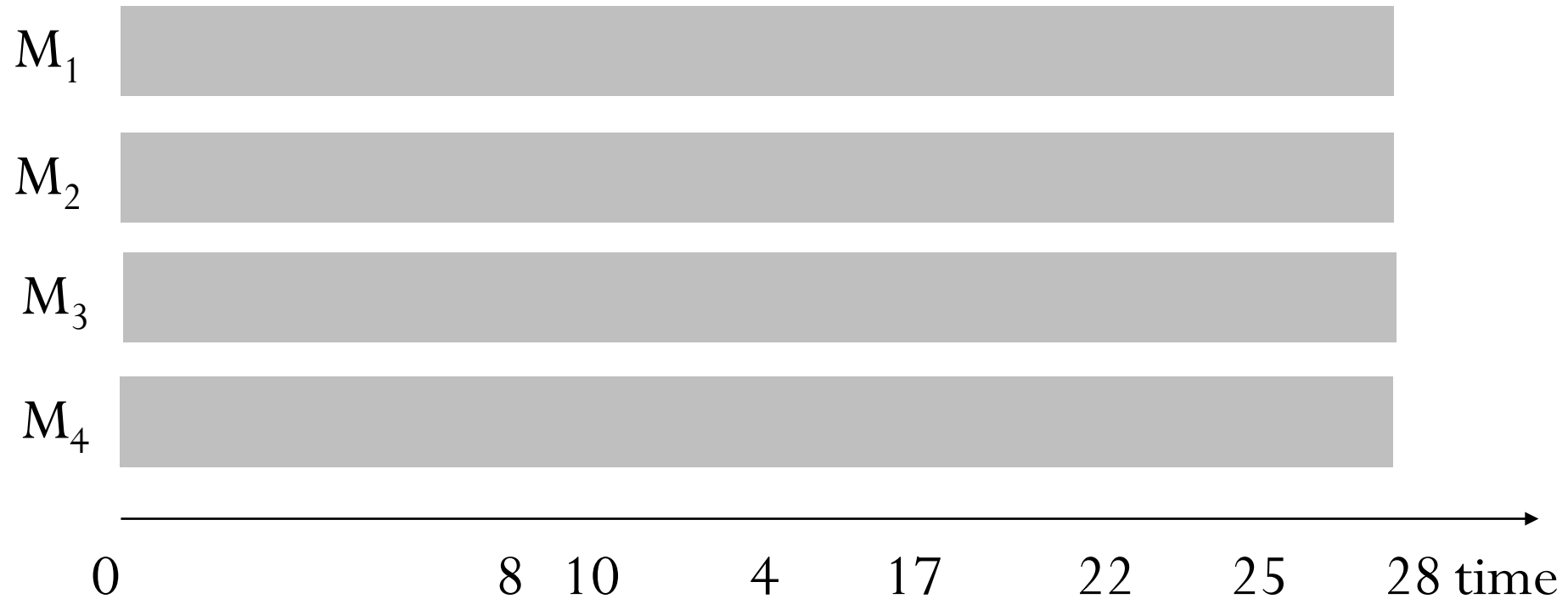
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em lote



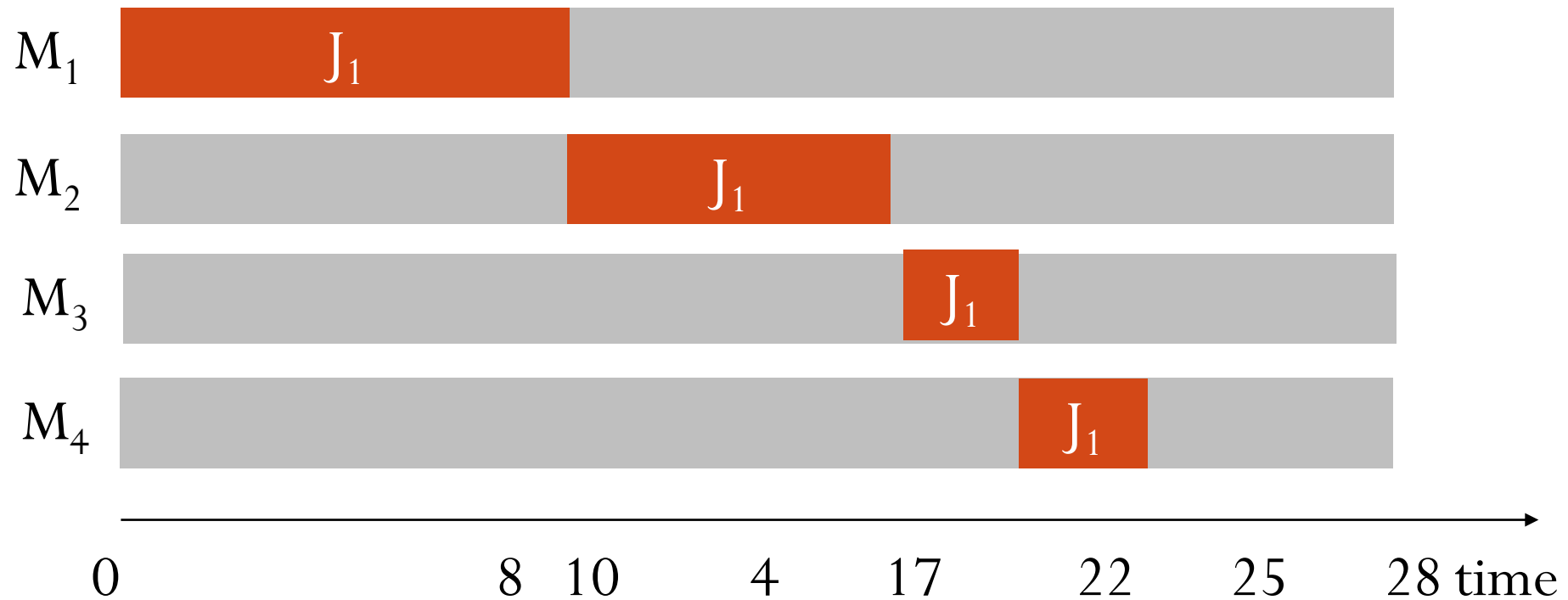
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em lote – Gráfico de Gantt



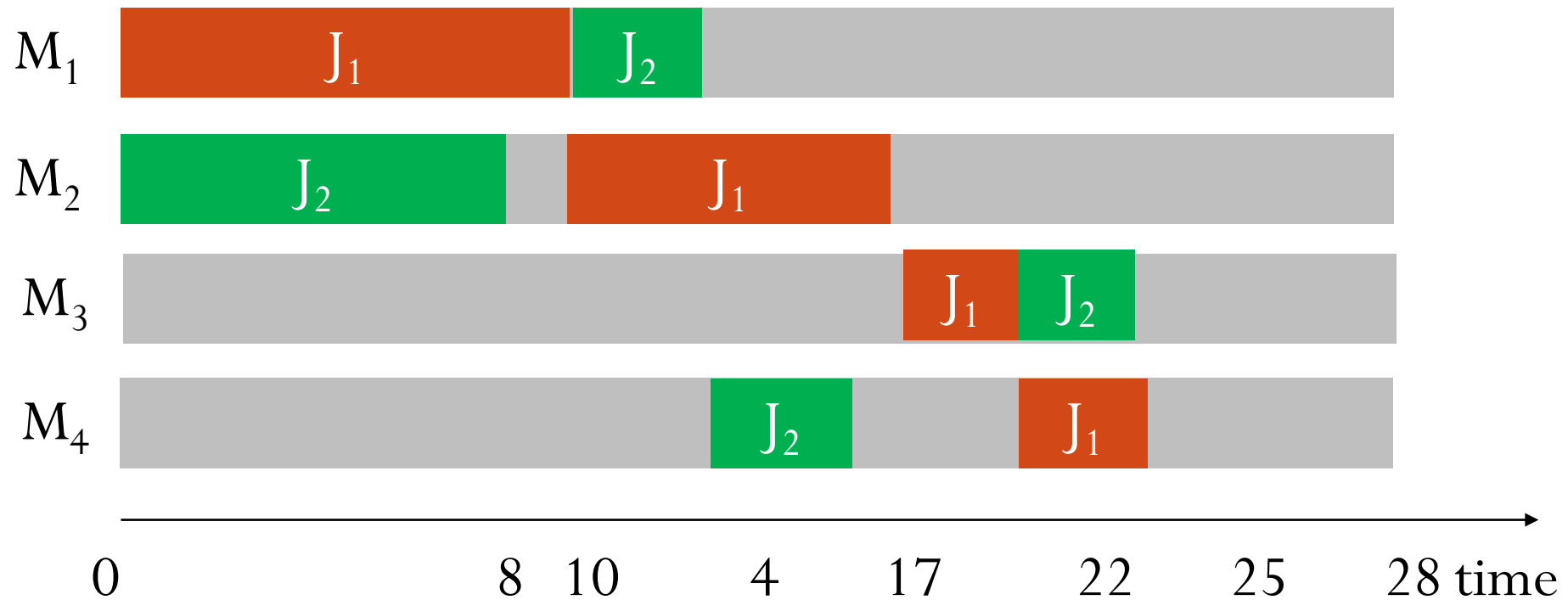
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em lote – Gráfico de Gantt



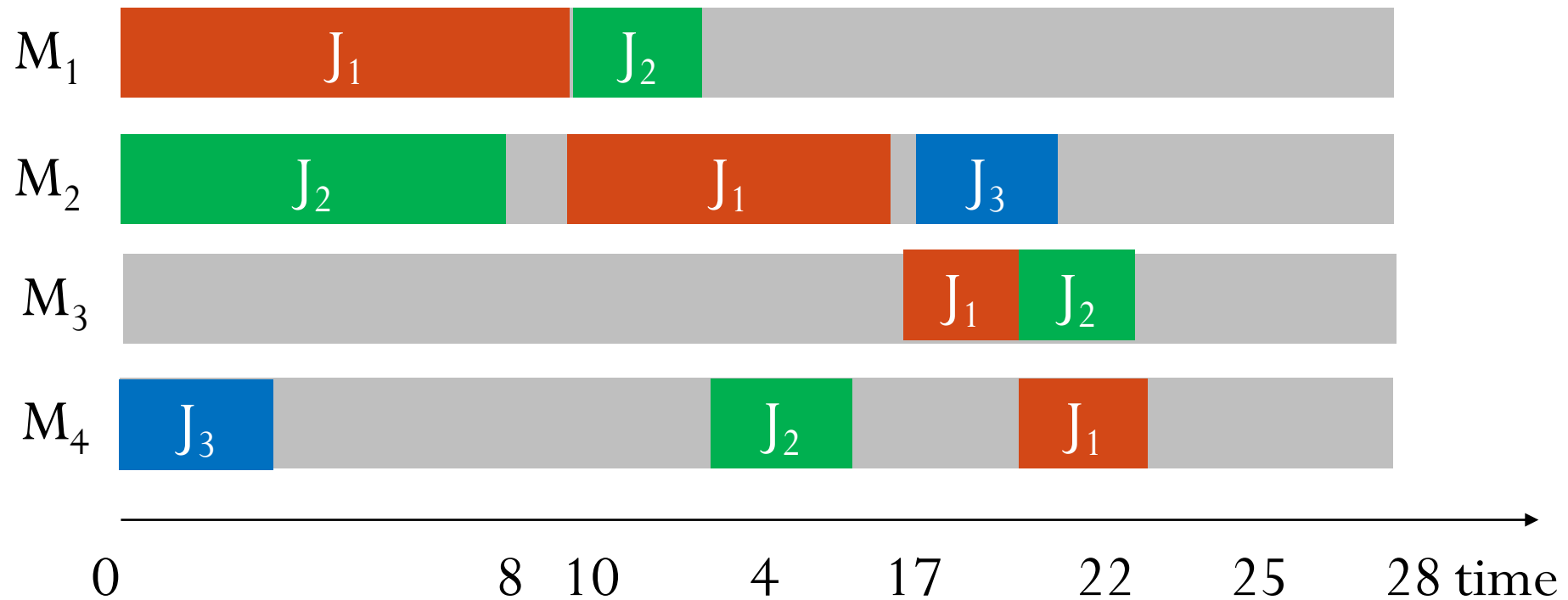
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em lote – Gráfico de Gantt



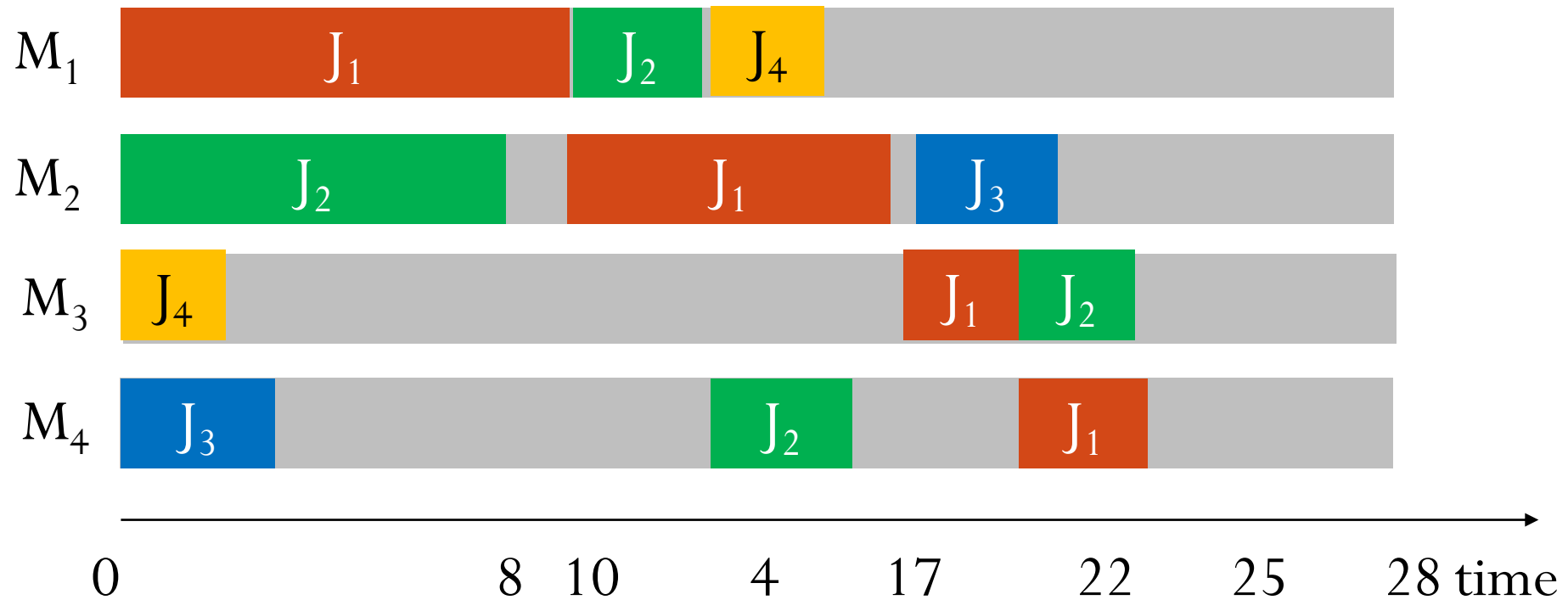
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em lote – Gráfico de Gantt



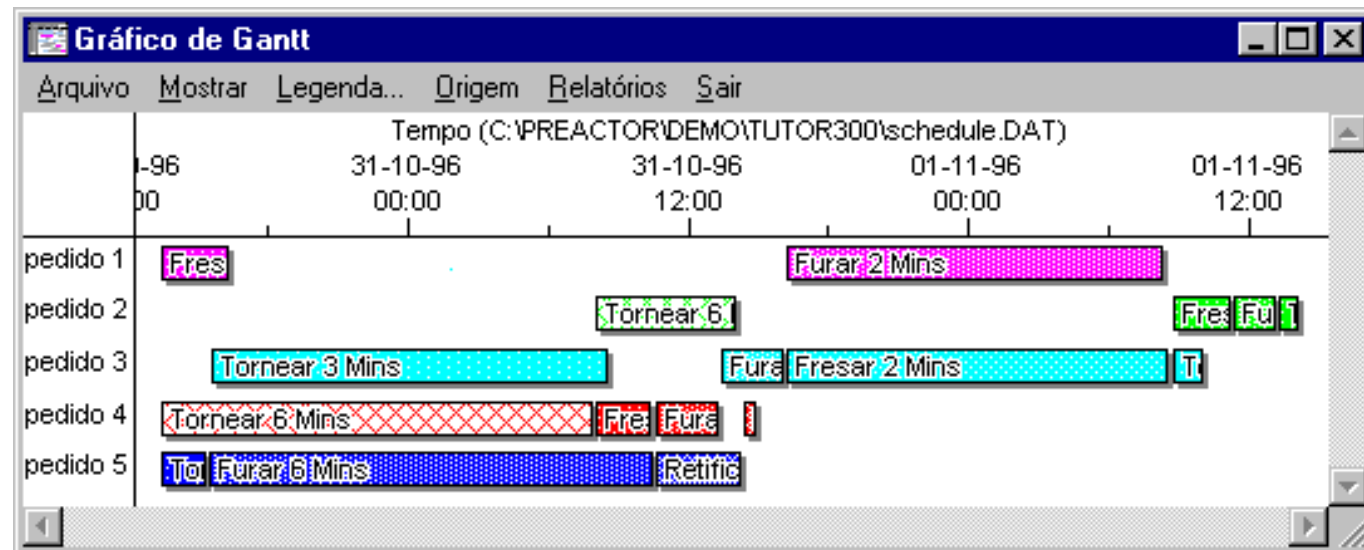
Classificação – Fluxo de processos

- Processos em lote – Gráfico de Gantt

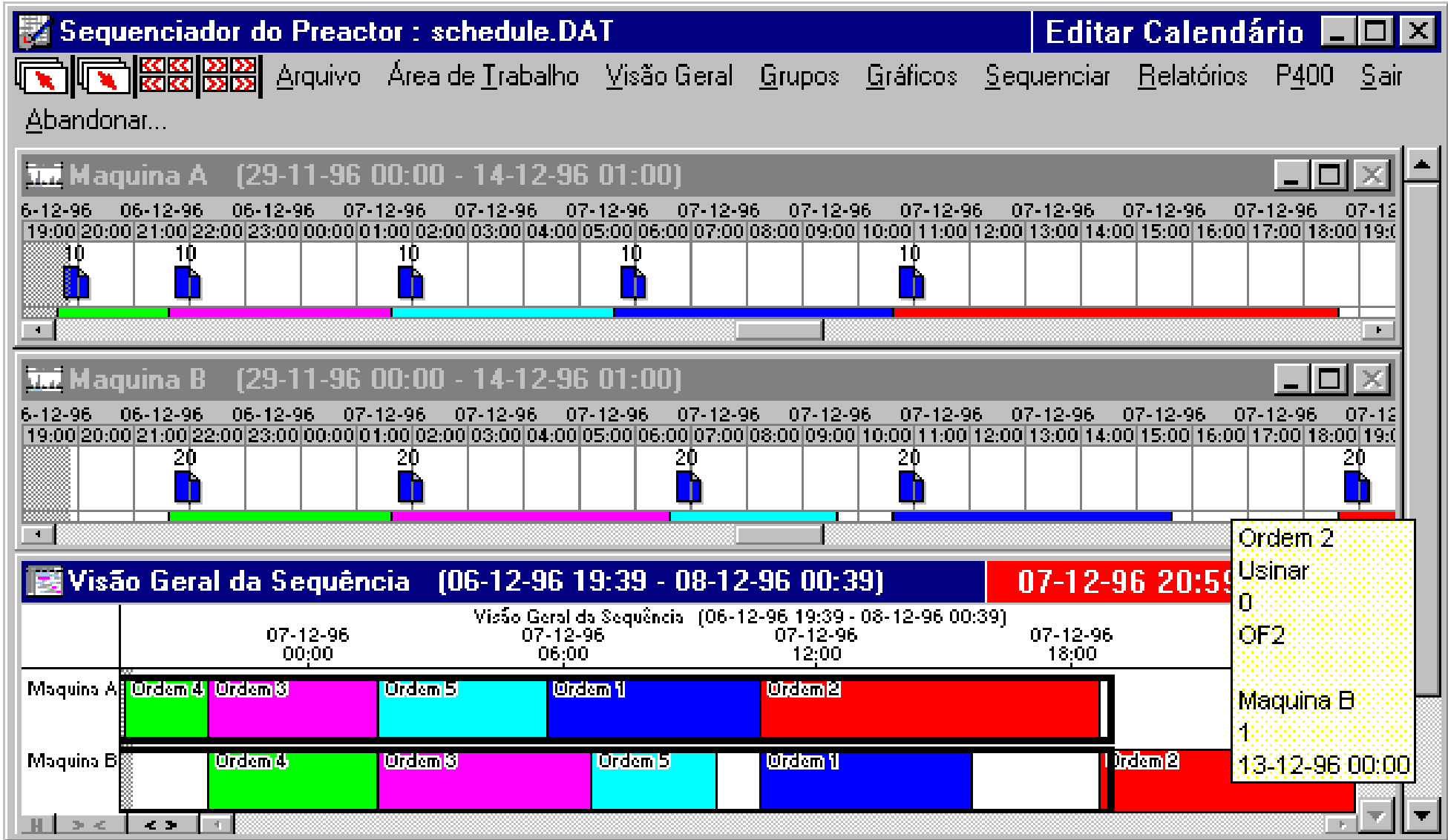


Seqüenciamento nos Processos Repetitivos em lotes

- O gráfico de Gantt é um instrumento para a visualização de um programa de produção, auxiliando na análise de diferentes alternativas de seqüenciamento deste programa. O gráfico de Gantt pode ser empregado de diferentes formas, sendo que uma das mais comuns consiste em listar as ordens programadas no eixo vertical e o tempo no eixo horizontal.

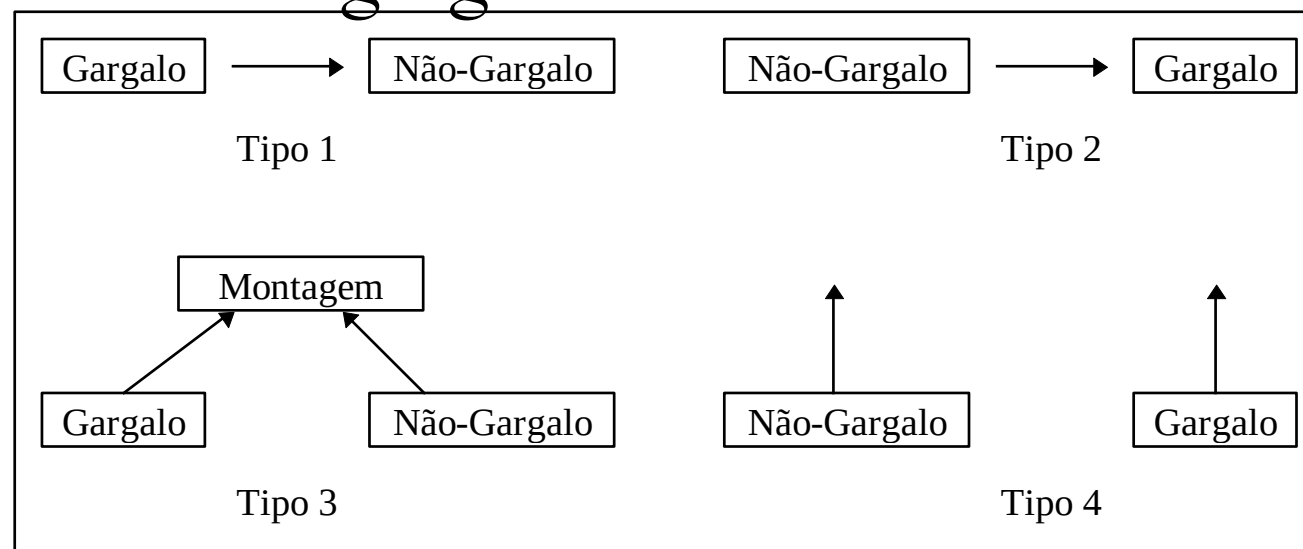


Regras de Seqüenciamento



Teoria das Restrições

- Gargalo é um ponto do sistema produtivo (máquina, transporte, espaço, homens, demanda, etc.) que limita o fluxo de itens no sistema.
- Pode-se identificar quatro tipos básicos de relacionamento entre recursos gargalos e não-gargalos:



Teoria das Restrições

- **Regra 1:** *A taxa de utilização de um recurso não-gargalo não é determinada por sua capacidade de produção, mas sim por alguma outra restrição do sistema.*
- O fluxo produtivo sempre estará limitado por um recurso (interno ou externo) gargalo, de nada adiantando programar um recurso não-gargalo para produzir 100% de sua capacidade, pois estaremos apenas gerando estoques intermediários e despesas operacionais. Neste sentido, a teoria das restrições procura deixar claro a diferença entre utilizar um recurso e ativar um recurso, gerando a seguinte regra:

Teoria das Restrições

- **Regra 2:** *Utilização e ativação de um recurso não são sinônimos.*
 - Convencionalmente, os recursos são utilizados 100% do seu tempo, um recurso parado é visto como perda de eficiência. A teoria das restrições advoga que os recursos devem ser ativados apenas na medida em que incrementarem o fluxo produtivo, ficando parados sempre que atingirem as limitações dos gargalos.

Teoria das Restrições

- **Regra 3:** *Uma hora perdida num recurso gargalo é uma hora perdida em todo o sistema produtivo.*
 - Como os recursos gargalos não possuem tempos ociosos, caso algum problema venha a acontecer com estes recursos, a perda de produção se repercutirá em todo o sistema, reduzindo o fluxo. Da mesma forma, ao se transformar tempo improdutivo (como paradas para setup ou manutenção corretiva) em tempos produtivos nos recursos gargalos, todo o sistema estará ganhando pois aumentaremos a capacidade do fluxo produtivo

Teoria das Restrições

- **Regra 4:** *Uma hora ganha num recurso não-gargalo não representa nada.*
 - Como os recursos não-gargalos, por definição, possuem tempos ociosos, qualquer ação que venha apenas acelerar o tempo produtivo destes recursos estará transformando tempo produtivo em mais tempo ocioso. Neste sentido, uma melhora nos tempos de setup nos recursos não-gargalos, por si só, não incrementa o fluxo produtivo. Porém, uma diminuição no tamanho dos lotes que passam por estes recursos, visando agilizar a chegada dos mesmos aos recursos gargalos, é bem vista pois estará agilizando o fluxo apenas pela transformação dos tempos ociosos em tempos de setup.

Teoria das Restrições

- **Regra 5:** *Os lotes de processamento devem ser variáveis e não fixos.*
 - Como consequência das regras 3 e 4, o tamanho dos lotes de processamento devem variar conforme o tipo de recurso pelo qual estão passando. Em um recurso gargalo os lotes devem ser grandes para diluir os tempos de preparação, transformando-os em tempos produtivos. Já nos recursos não-gargalos, os lotes devem ser pequenos para reduzir os custos dos estoques em processo e agilizar o fluxo de produção dos gargalos.

Teoria das Restrições

- **Regra 6:** *Os lotes de processamento e de transferência não necessitam ser iguais.*
 - Convencionalmente, os lotes de produção só são movimentados quando totalmente concluídos. Isto simplifica o fluxo de informações dentro do sistema, mas gera um aumento no leadtime médio dos itens (pois o primeiro item terá que esperar o último para ser transferido) e nos estoques em processo dentro do sistema. Segundo a teoria das restrições, para evitar estes problemas, os lotes de transferência devem ser considerados segundo a ótica do fluxo, enquanto os lotes de processamento segundo a ótica do recurso no qual será trabalhado.

Teoria das Restrições

- **Regra 7:** *Os gargalos governam tanto o fluxo como os estoques do sistema.*
 - No sentido de garantir a máxima utilização dos recursos gargalos, nós devemos não só seqüenciar o programa de produção de acordo com suas restrições de capacidade, como também projetar estoques de segurança na frente dos mesmos buscando evitar interrupções no fluxo. Os estoques de segurança dentro da teoria das restrições são conhecidos como "time buffer", pois procura-se antecipar no tempo a entrega dos lotes que irão abastecer os gargalos, dando-se tempo para corrigir eventuais problemas antes que os mesmos afetem o fluxo dos gargalos.

Teoria das Restrições

- **Regra 8:** *A capacidade do sistema e a programação das ordens devem ser consideradas simultaneamente e não seqüencialmente.*
- Nos sistemas convencionais, baseados na lógica do MRP, o seqüenciamento das ordens é realizado tendo por base índices (ICR, IFO, IFA) que empregam leadtimes padrões predeterminados. Já a teoria das restrições, como trabalha olhando a lista de materiais e a rotina de operações simultaneamente, considera que os leadtimes não são fixos, mas sim resultado da seqüência escolhida para o programa de produção. Desta forma, para cada alternativa de seqüenciamento analisada, diferentes leadtimes serão obtidos.

Teoria das Restrições

- **Regra 9:** *Balanceie o fluxo e não a capacidade.*
 - Assim como a filosofia JIT/TQC, a teoria das restrições considera que o importante em um sistema produtivo em lotes, sujeito a passar por recursos gargalos, é buscar um fluxo contínuo destes lotes, acelerando a transformação de matérias-primas em produtos acabados. A utilização dos recursos, aqui chamada de ativação, deve se dar no sentido de maximizar o fluxo, justificando todas as decisões que convencionalmente são consideradas improdutivas (movimentar pequenos lotes, duplicar setups, deixar recursos parados, etc.).

Teoria das Restrições

- **Regra 10:** *A soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo global.*
 - Esta última regra sintetiza todas as demais ao considerar que em um sistema produtivo as soluções devem ser pensadas de forma global (em relação ao fluxo), pois um conjunto soluções otimizadoras individuais para cada recurso, ou grupos de recursos (departamentos), geralmente não leva ao ótimo global.

Videos

- Algoritmo:
- https://www.youtube.com/watch?v=k7WvZA_RDc0
- Sistema:
- <https://www.youtube.com/watch?v=mmJuJoTsXQo>