

Sistemas Operacionais

4º período

Professora: Michelle Hanne

Escalonamento em Multiprocessadores

Multiprocessadores e Multicomputadores

Multiprocessadores

- Sistema de computadores no qual duas ou mais CPUs compartilham acesso total a uma RAM comum (Tanenbaum;Bos, 2016)

Multicomputadores

- CPUs estreitamente acopladas que não compartilham memória. (Tanenbaum;Bos, 2016)

Multicomputadores

- Escalonamento “simplificado”
- Cada CPU é independente
- Balanceamento de carga e distribuição de processos

Multiprocessadores

Questão “bidimensional”:

- Qual processo/thread? Em qual processador?

Alguns complicadores:

- Threads de usuário ou de núcleo?
- Processos independentes ou relacionados?

Multiprocessadores

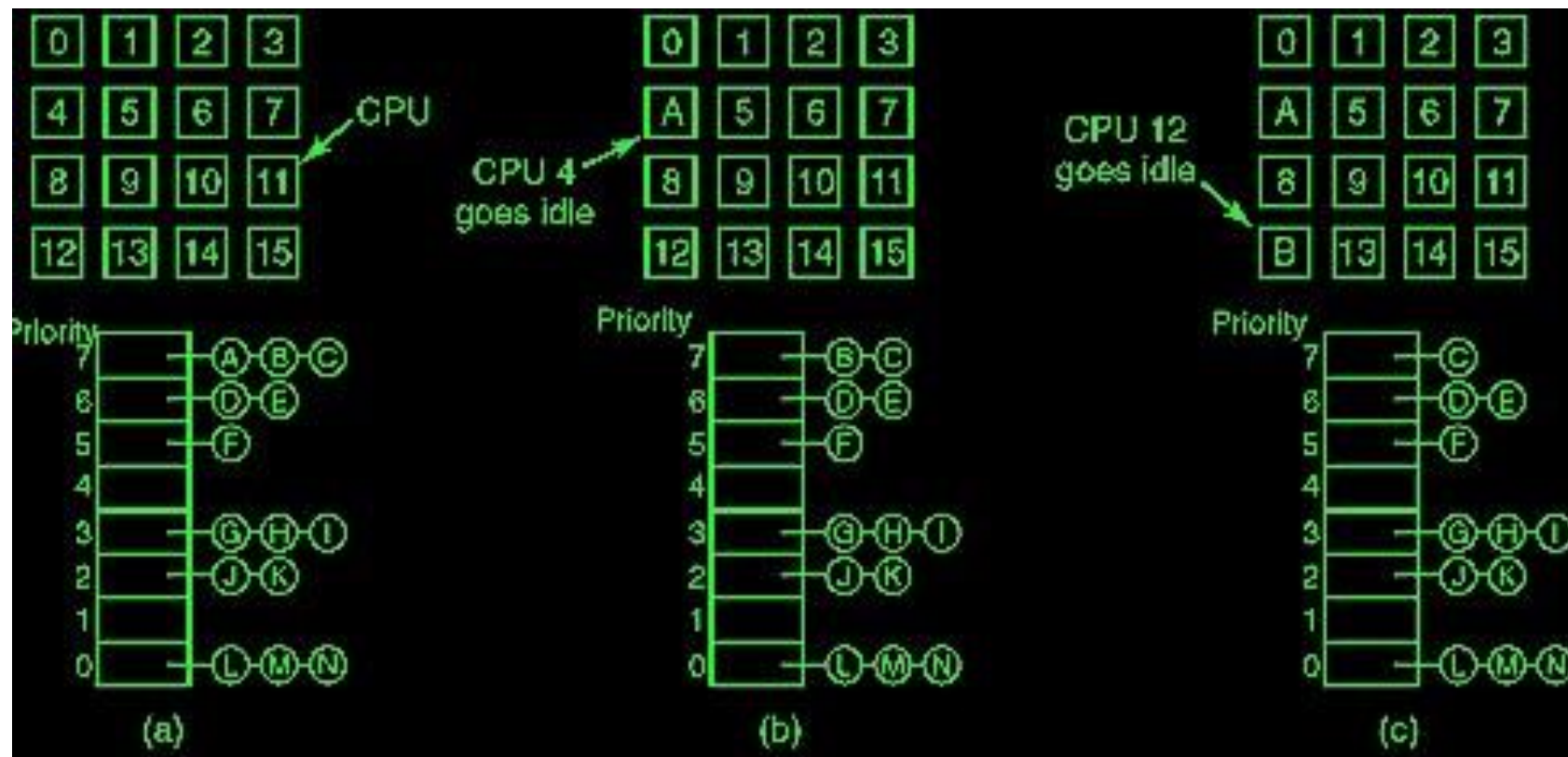
Tempo compartilhado em multiprocessadores

Cenário “simples”

- Considerar processos e *threads* como independentes
Estrutura única de escalonamento
- **Eventos e interrupções:** uso do algoritmo escolhido

Multiprocessadores

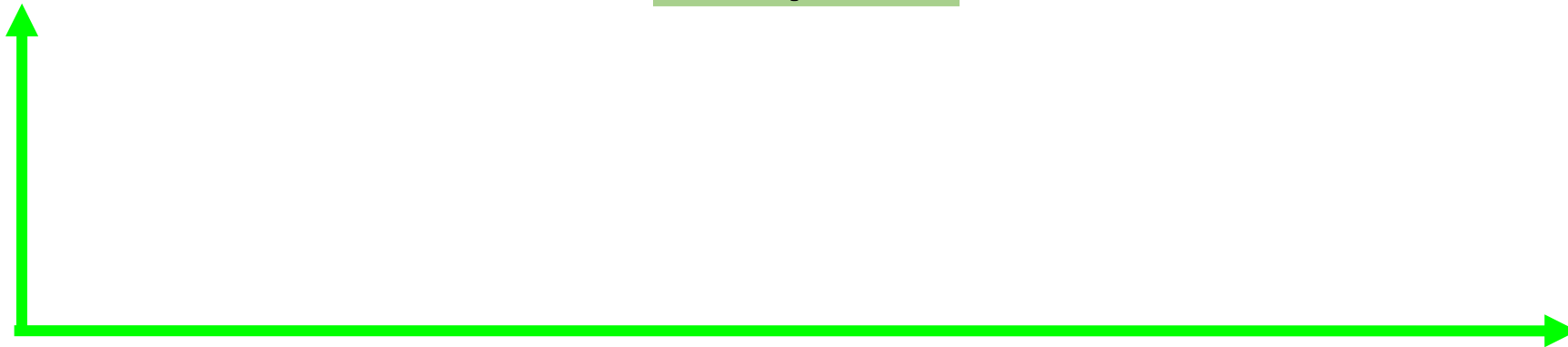
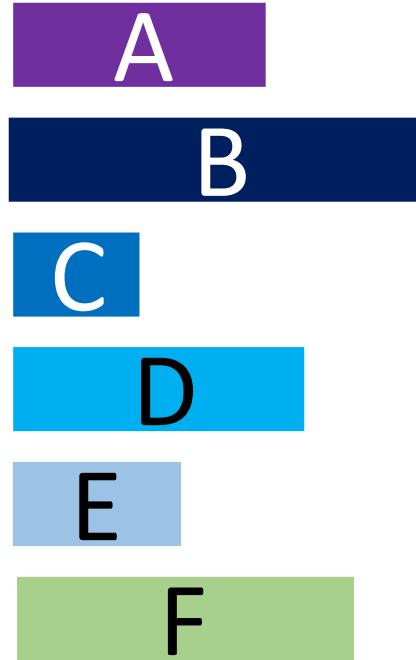
- Tempo compartilhado em multiprocessadores



Fonte: Tanenbaum;Bos (2016)

Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	6	2
B	10	2
C	3	3
D	7	1
E	4	4
F	8	4



Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	6	2
B	10	2
C	3	3
D	7	1
E	4	4
F	8	4

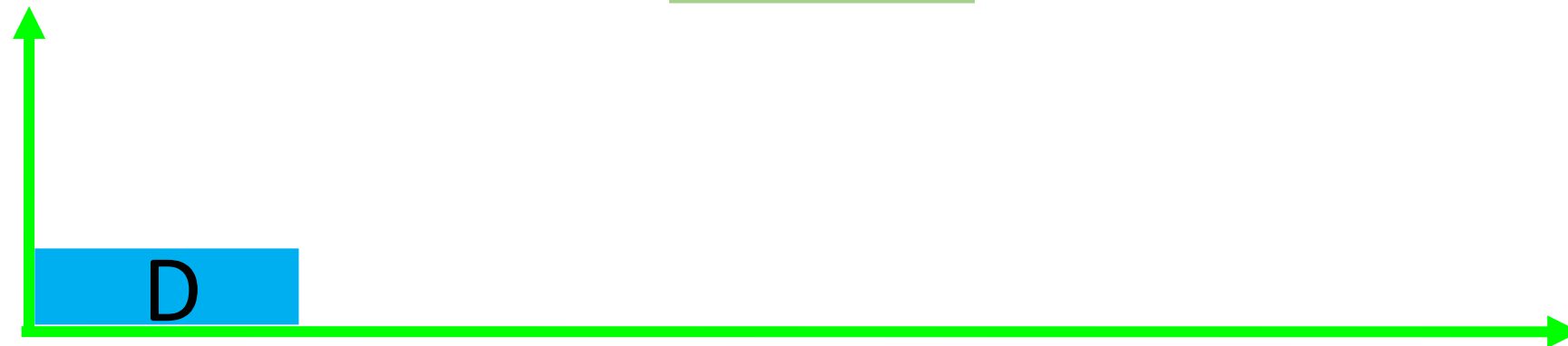
A

B

C

E

F



Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	6	2
B	10	2
C	3	3
D	7	1
E	4	4
F	8	4

C

E

F



Fila de Prioridades - Multiprocessadores



PUC Minas

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	2,5	2
B	6,5	2
C	3	3
D	7	1
E	4	4
F	8	4

A

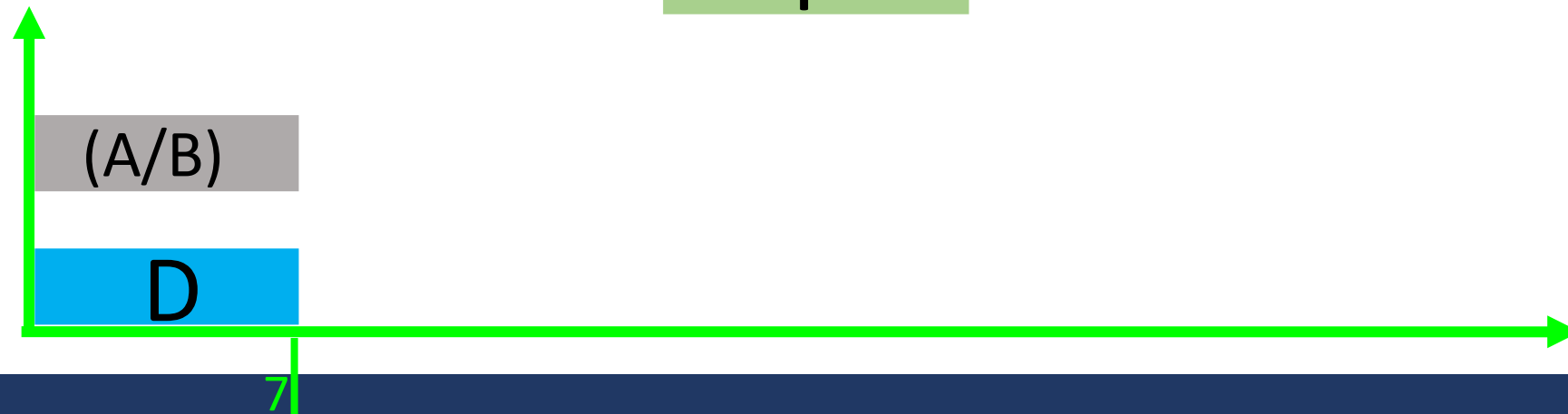
B

C

D

E

F



Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	2,5	2
B	6,5	2
C	3	3
D	7	1
E	4	4
F	8	4

C

E

F



Fila de Prioridades - Multiprocessadores

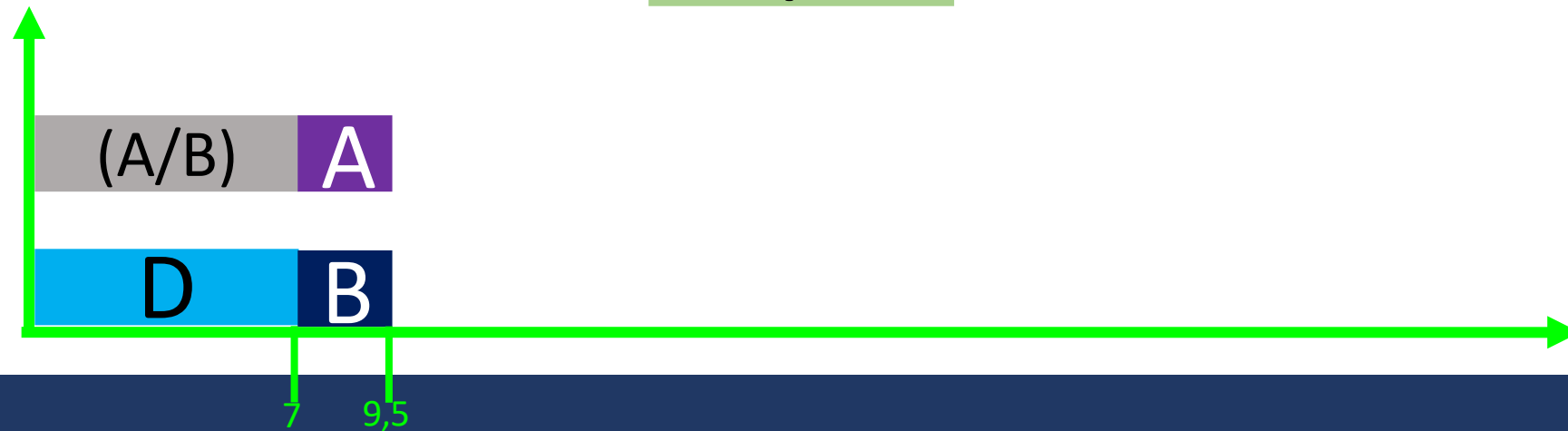
Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	2,5	2
B	4	2
C	3	3
D	7	1
E	4	4
F	8	4

B

C

E

F



Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	2,5	2
B	4	2
C	3	3
D	7	1
E	4	4
F	8	4

E

F



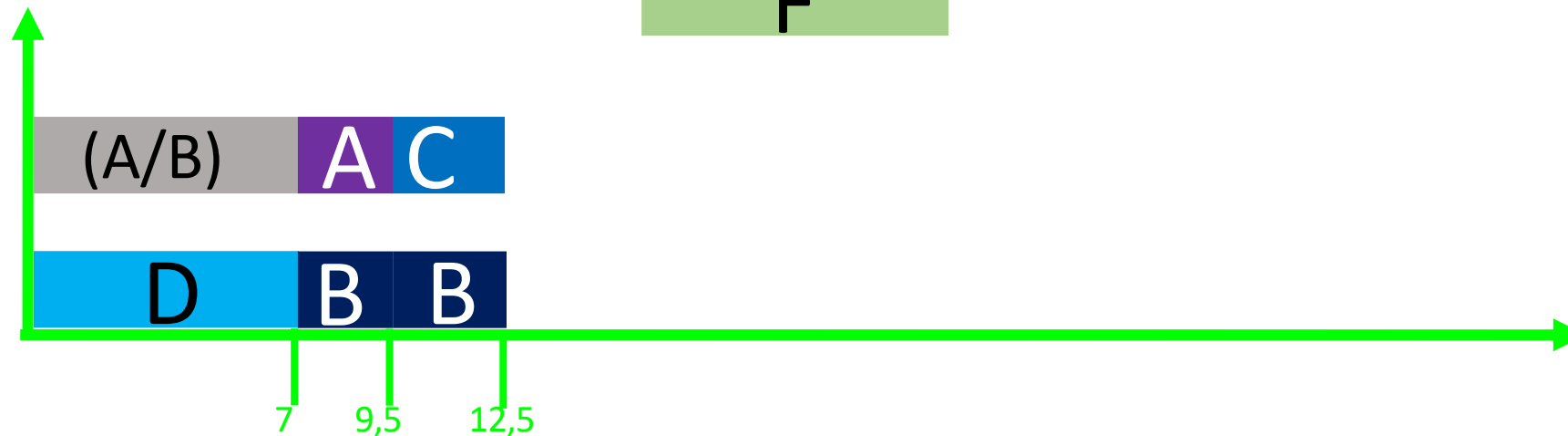
Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	2,5	2
B	1	2
C	3	3
D	7	1
E	4	4
F	8	4

B

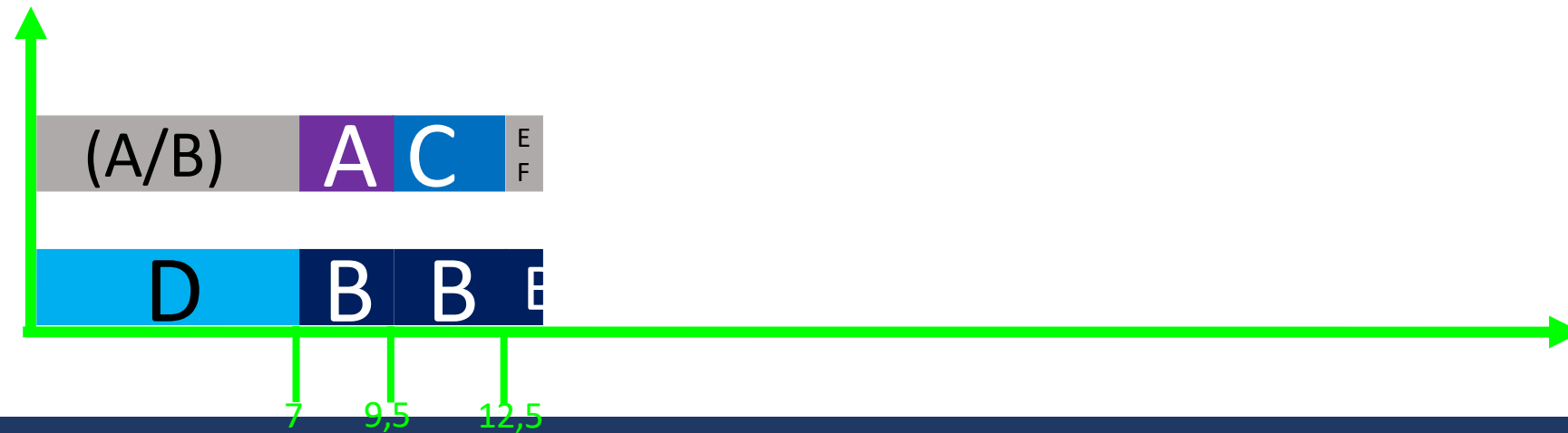
E

F



Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	2,5	2
B	1	2
C	3	3
D	7	1
E	4	4
F	8	4



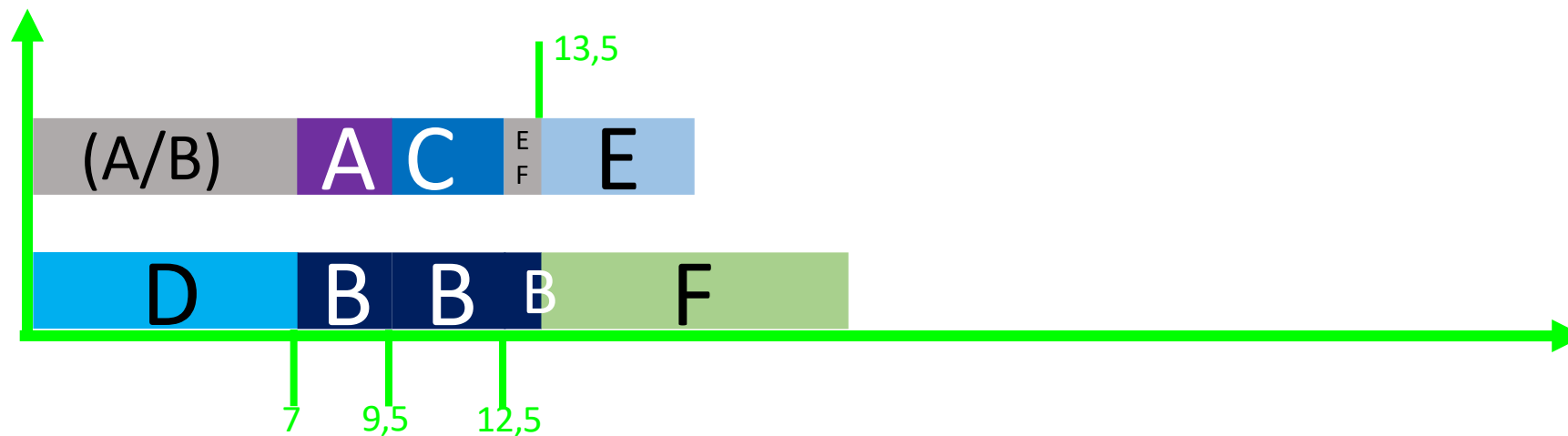
Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	2,5	2
B	1	2
C	3	3
D	7	1
E	3,5	4
F	7,5	4



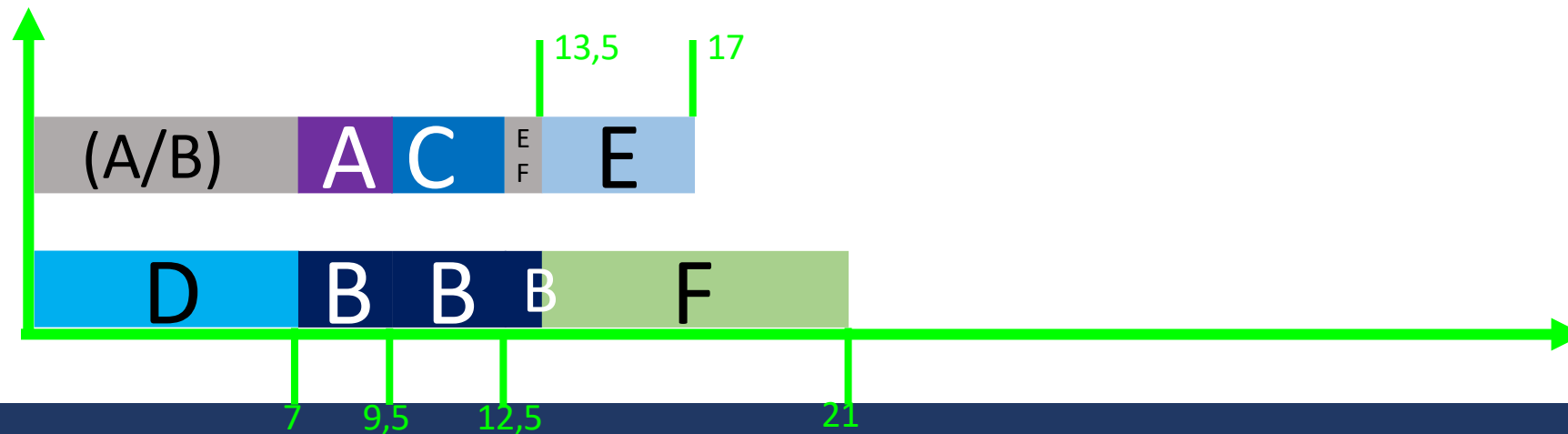
Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	2,5	2
B	1	2
C	3	3
D	7	1
E	3,5	4
F	7,5	4



Fila de Prioridades - Multiprocessadores

Processo	Tempo previsto	Prioridade
A	2,5	2
B	1	2
C	3	3
D	7	1
E	3,5	4
F	7,5	4



Multiprocessadores

Tempo compartilhado em processadores

Simple e eficiente

- Favorece balanceamento de carga

Questões sobre o desempenho real

- Variáveis de travamento (dados compartilhados)
- Cache das CPUs

Multiprocessadores

Tempo compartilhado em processadores

Escalonamento por afinidade:

- Forçar o uso de uma CPU para aproveitamento de cache Afinidade manual ou do algoritmo
- Cada CPU usa a regra do algoritmo definido

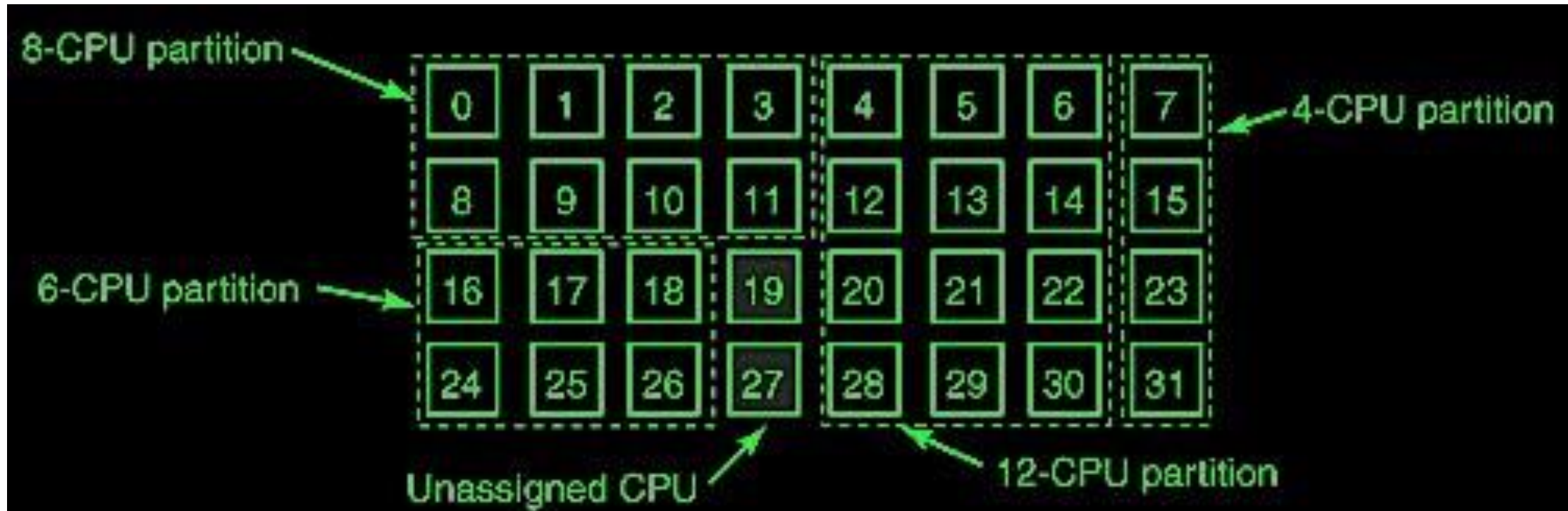
Multiprocessadores

Escalonamento por compartilhamento de espaço

- **Threads** de um mesmo processo tendem a se comunicar
- **Premissa:** threads de um mesmo processo são escalonadas ao mesmo tempo

Multiprocessadores

- Escalonamento por compartilhamento de espaço



Multiprocessadores

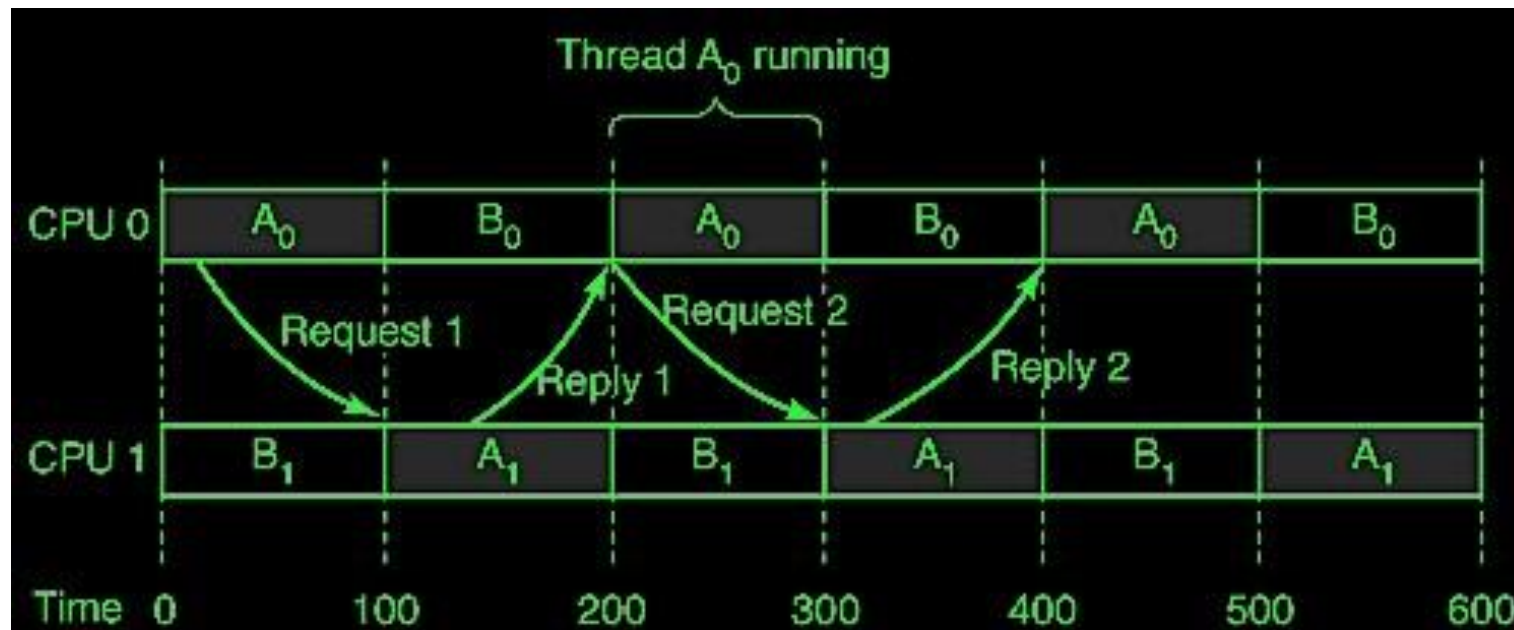
Escalonamento por
compartilhamento de espaço.

Questões:

- Quantidade de **threads** x **número de CPUs** livres
- “**Não preemptivo**”: menos trocas, mais tempo em bloqueios FCFS para gerenciar fila de pedidos por CPUs

Multiprocessadores

- Escalonamento de bando (*gang scheduling*)
- Tentativa de combinar escalonamento de tempo e espaço
 - Evitar perda de desempenho por comunicação bloqueada



Fonte: Tanenbaum;Bos (2016)

Multiprocessadores

Escalonamento
de bando.
Escalonamento
síncrono:

- Todos os membros do bando executam simultaneamente em tempo compartilhado
- Todos os membros do bando iniciam e terminam ao mesmo tempo
- A cada quantum, todas as CPUs são reescaloadas

Multiprocessadores

- Escalonamento de bando

Processo	Previsão em <i>quanta</i>	Threads
A	6	6
B	10	3
C	3	3
D	7	4
E	4	7
F	8	5

	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Q1						
Q2						
Q3						
Q4						
Q5						
Q6						
Q7						
Q8						

Multiprocessadores

- Escalonamento de bando

Processo	Previsão em <i>quanta</i>	Threads
A	6	6
B	10	3
C	3	3
D	7	4
E	4	7
F	8	5

	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Q1	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Q2						
Q3						
Q4						
Q5						
Q6						
Q7						
Q8						

Multiprocessadores

- Escalonamento de bando

Processo	Previsão em <i>quanta</i>	Threads
A	6	6
B	10	3
C	3	3
D	7	4
E	4	7
F	8	5

	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Q1	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Q2	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Q3						
Q4						
Q5						
Q6						
Q7						
Q8						

Multiprocessadores

- Escalonamento de bando

Processo	Previsão em <i>quanta</i>	Threads
A	6	6
B	10	3
C	3	3
D	7	4
E	4	7
F	8	5

	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Q1	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Q2	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Q3	D1	D2	D3	D4	E1	E2
Q4						
Q5						
Q6						
Q7						
Q8						

Multiprocessadores

- Escalonamento de bando

Processo	Previsão em <i>quanta</i>	Threads
A	6	6
B	10	3
C	3	3
D	7	4
E	4	7
F	8	5

	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Q1	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Q2	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Q3	D1	D2	D3	D4	E1	E2
Q4	E3	E4	E5	E6	E7	F1
Q5						
Q6						
Q7						
Q8						

Multiprocessadores

- Escalonamento de bando

Processo	Previsão em <i>quanta</i>	Threads
A	6	6
B	10	3
C	3	3
D	7	4
E	4	7
F	8	5

	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Q1	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Q2	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Q3	D1	D2	D3	D4	E1	E2
Q4	E3	E4	E5	E6	E7	F1
Q5	F2	F3	F4	F5	A1	A2
Q6						
Q7						
Q8						

Multiprocessadores

- Escalonamento de bando

Processo	Previsão em <i>quanta</i>	Threads
A	6	6
B	10	3
C	3	3
D	7	4
E	4	7
F	8	5

	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Q1	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Q2	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Q3	D1	D2	D3	D4	E1	E2
Q4	E3	E4	E5	E6	E7	F1
Q5	F2	F3	F4	F5	A1	A2
Q6	A3	A4	A5	A6	B1	B2
Q7	B3	C1	C2	C3	D1	D2
Q8	D2	D4	E1	E2	E3	E4