Sistemas Operacionais

Interação entre tarefas - impasses

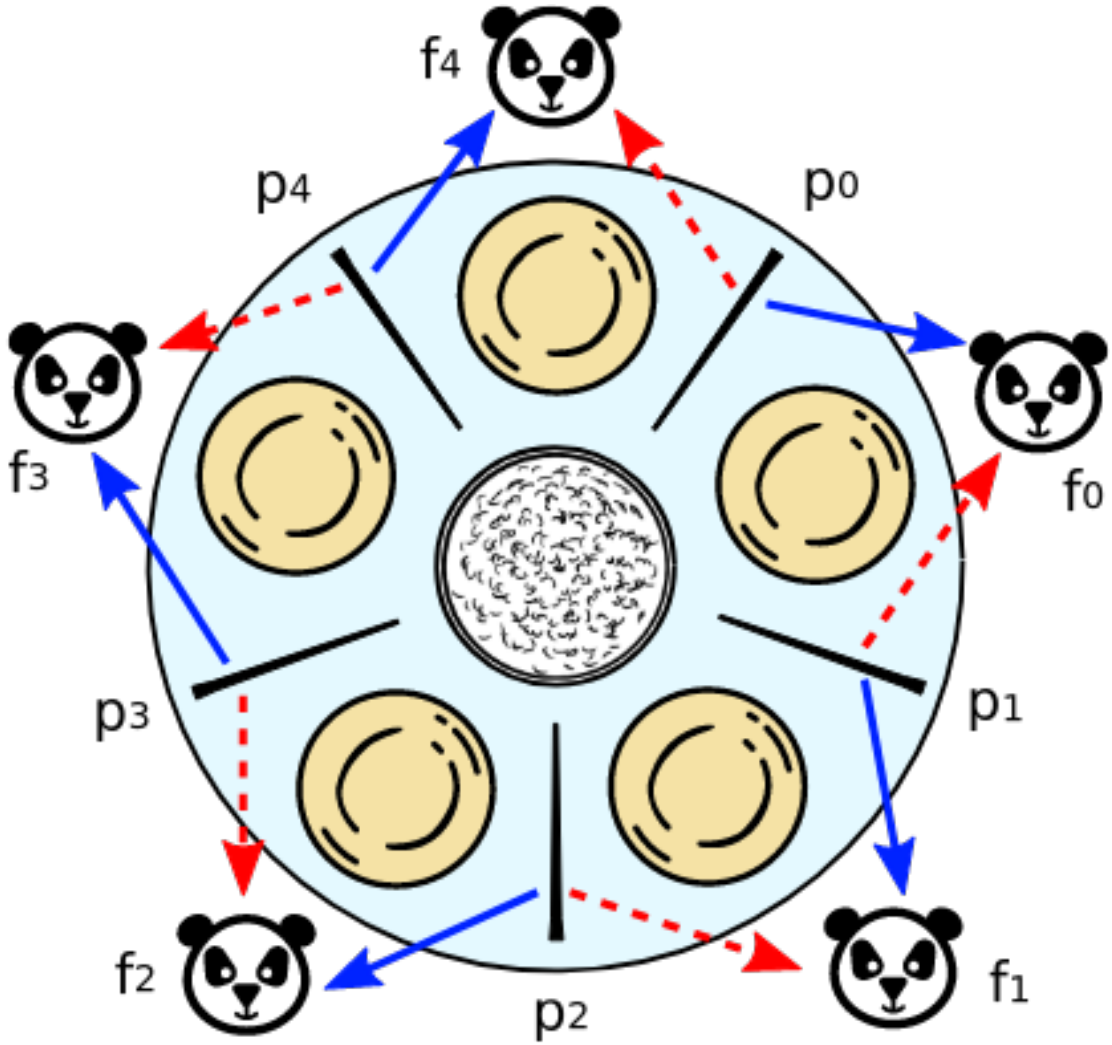
Prof. Carlos Maziero

DInf UFPR, Curitiba PR

Julho de 2020

Conteúdo

O impasse dos filósofos



Impasses

Impasse

Grupo de tarefas bloqueadas aguardando **umas pelas outras**.

Coordenar tarefas implica em bloquear tarefas conflitantes

- Suspender algumas tarefas enquanto outras executam.
- Cada recurso é associado a um semáforo.
- As tarefas aguardam os semáforos para acessar os recursos.
- Essas restrições podem levar a **impasses**.

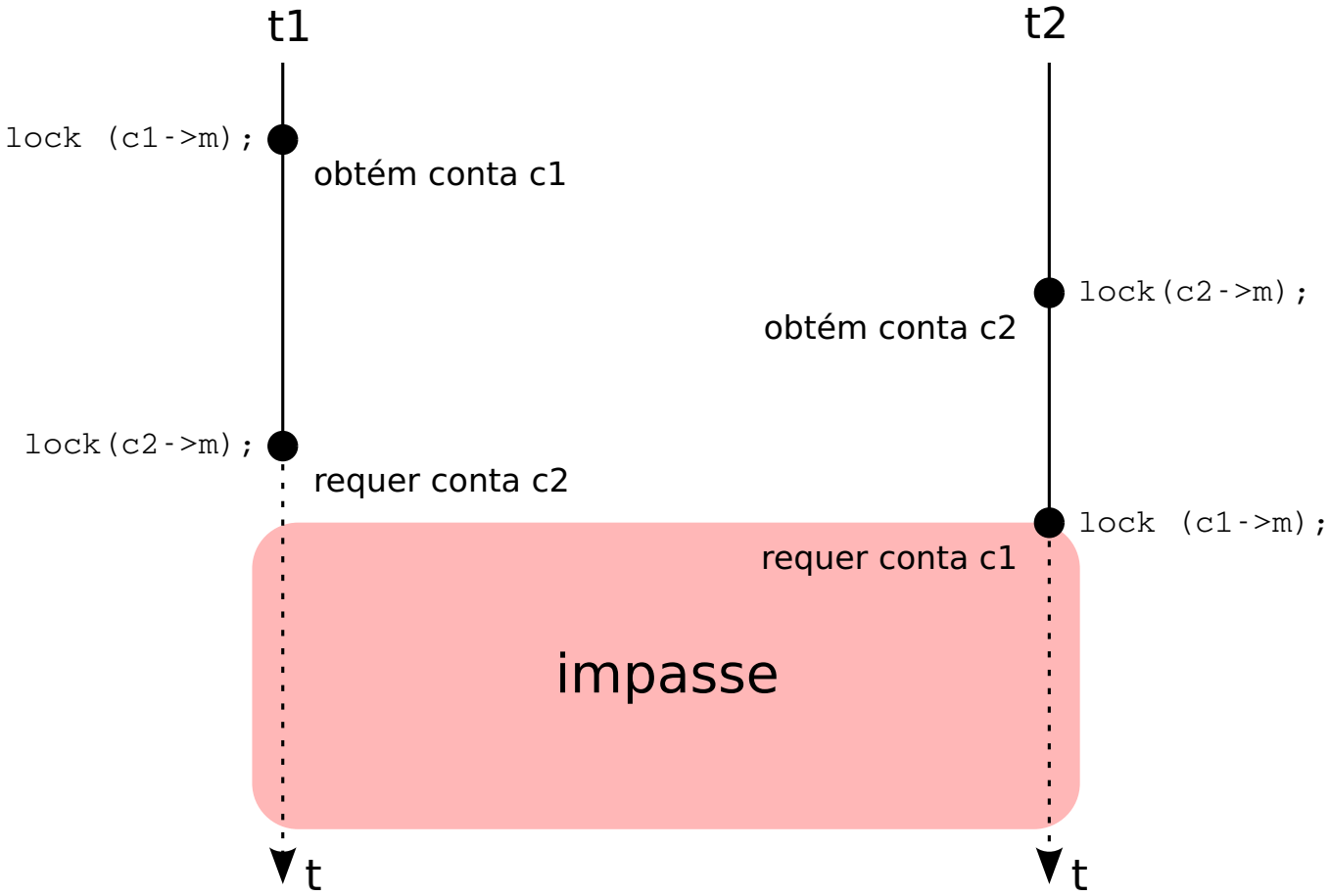
Exemplo de impasse

Operação de transferência bancária:

```
1  void transferir (conta_t* contaDeb, conta_t* contaCred, int valor)
2  {
3     sem_down (contaDeb->lock) ;   // obtém acesso a contaDeb
4     sem_down (contaCred->lock) ;  // obtém acesso a contCred
5
6     if (contaDeb->saldo >= valor)
7     {
8        contaDeb->saldo -= valor ; // debita valor de contaDeb
9        contaCred->saldo += valor ; // credita valor em contaCred
10    }
11    sem_up (contaDeb->lock) ;     // libera acesso a contaDeb
12    sem_up (contaCred->lock) ;    // libera acesso a contaCred
13 }
```

Exemplo de impasse

Dois clientes (tarefas t_1 e t_2) fazem transferências simultâneas entre suas contas ($c_1 \longrightarrow c_2$ e $c_2 \longrightarrow c_1$):



Um impasse real (São Paulo SP, 2017)

Condições para um impasse

Exclusão mútua : recursos acessados com exclusão mútua, gerida por semáforos ou similares.

Posse e espera : a tarefa tem um recurso e quer acessar outro.

Filósofo tá com um palito e quer pegar outro

Não-preempção : a tarefa só libera os recursos quando quiser.

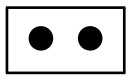
O filósofo não pode ser obrigado a entregar o palito

Espera circular : ciclo de esperas: a tarefa t_1 quer um recurso retido por t_2, que quer um recurso retido por t_3, que quer um recurso retido por t_1.

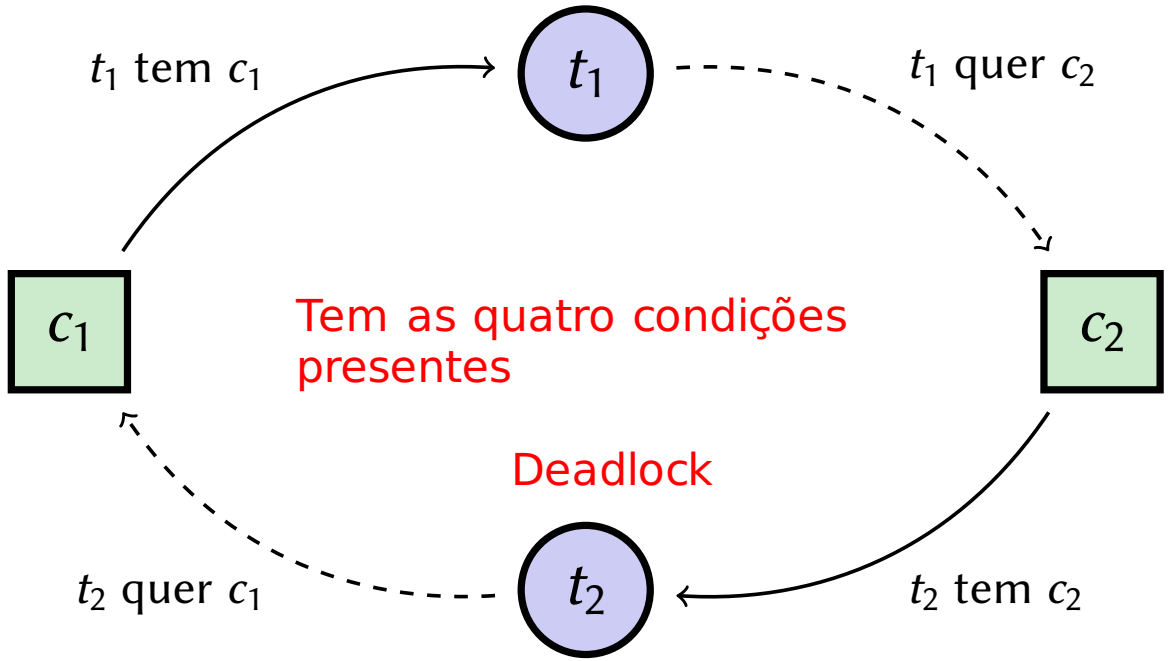
Estas quatro condições são **necessárias** (mas não suficientes) para a ocorrência de impasses.

Grafo de alocação de recursos

- Permite visualizar a alocação de recursos
- Permite detectar impasses

○	tarefa
□	recurso
□ → ○	posse de um recurso por uma tarefa
	(o recurso "pertence" à tarefa)
○ --> □	requisição de um recurso por uma tarefa
	(a tarefa "quer" o recurso)
	dois recursos do mesmo tipo

Impasse entre as contas bancárias



Impasse entre as contas bancárias

Percebe-se que as quatro condições estão presentes:

Exclusão mútua : as contas são protegidas por semáforos

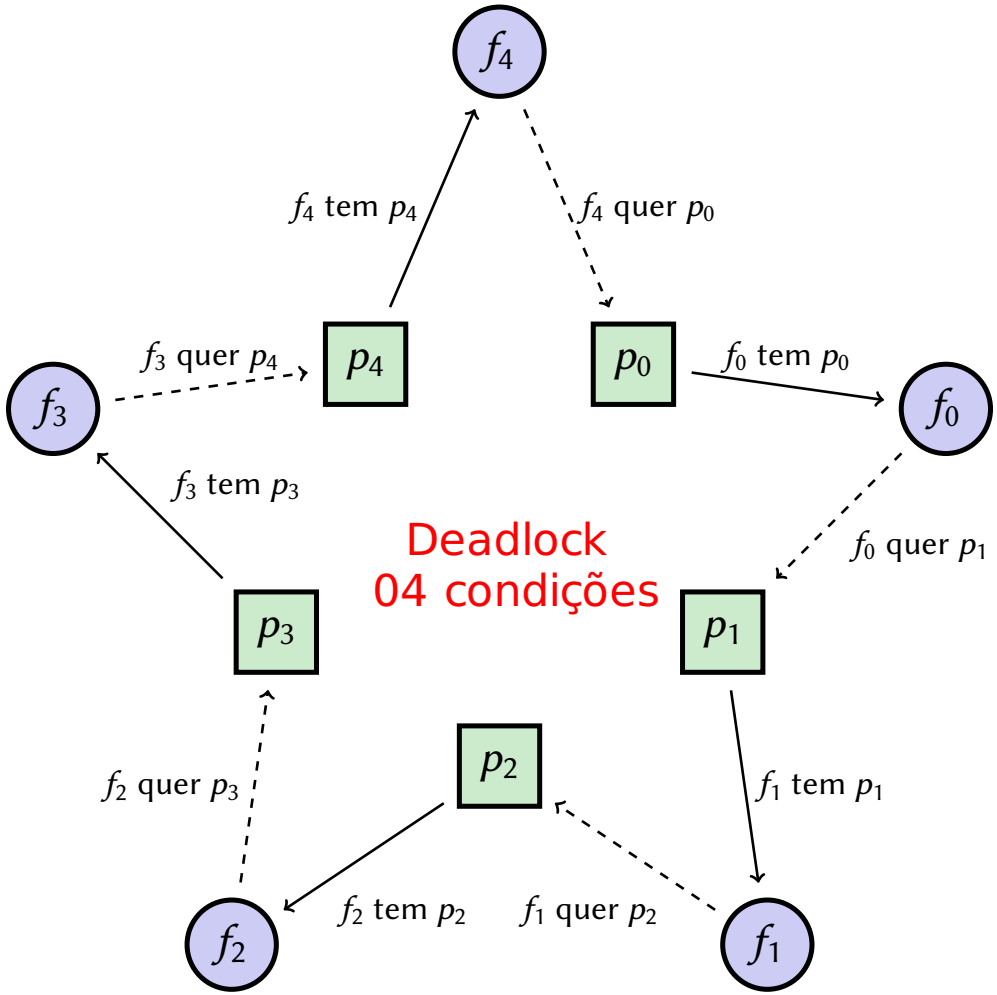
Posse e espera : tem a conta c_i, requer a conta c_j

Não-preempção : conta só é liberada com `sem_up(c)`

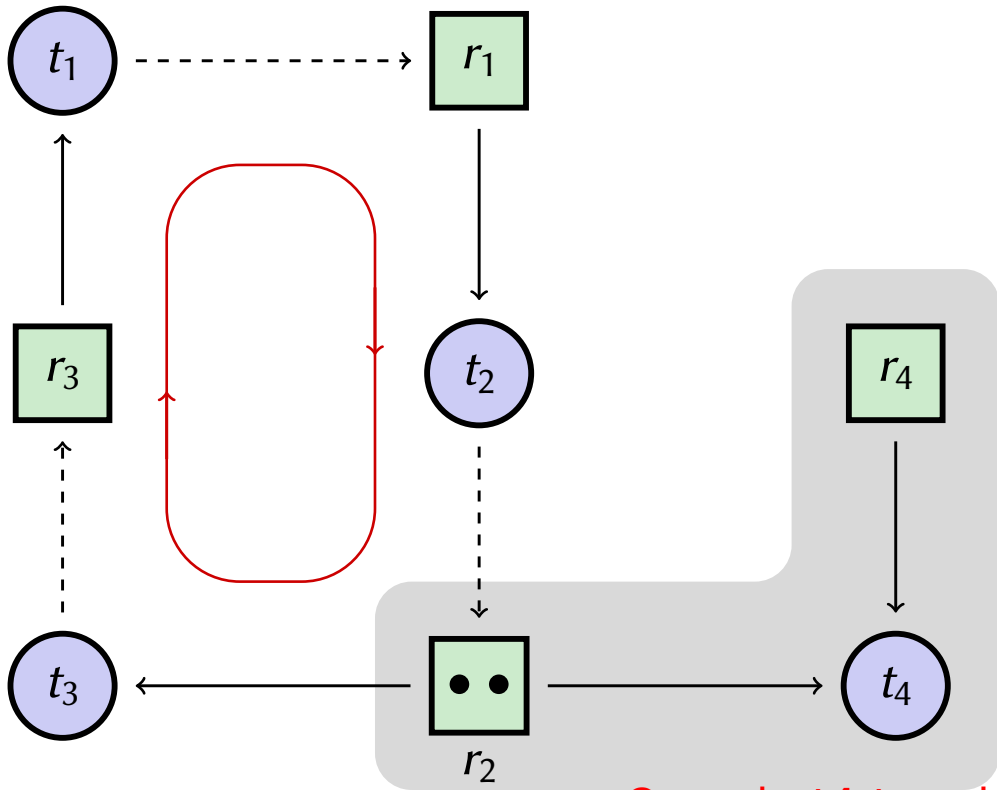
Espera circular : $c_1 \longrightarrow t_1 \dashrightarrow c_2 \longrightarrow t_2 \dashrightarrow c_1$

Quatro condições + um recurso de cada tipo $\longrightarrow$ `impasse!`

Impasse entre os filósofos



Múltiplas instâncias de recursos



Quando t4 terminar ele libera uma instância de r2 para t2

Sem impasse, mesmo com $t_1 \dashrightarrow r_1 \longrightarrow t_2 \dashrightarrow r_2 \longrightarrow t_3 \dashrightarrow r_3 \longrightarrow t_1$

Impasses

Como resolver?

Estratégias para tratar de impasses:

Ignorar : impasse é um problema do programador!

Prevenir : regras de programação para evitar impasses

Impedir : monitorar o uso de recursos e impedir impasses

Detectar : detectar a ocorrência de impasses e desfazê-los

A mais usada em SOs: ignorar...

Prevenção de impasses

Programar de forma a evitar as quatro condições:

- **Exclusão mútua**:
  - Reduzir áreas de exclusão ao mínimo
  - Usar técnicas alternativas, como o *spooling*
  - Exemplo: acesso a impressoras em um SO
- **Posse e espera**:
  - Usar um recurso de cada vez
  - Obter todos os recursos antes de iniciar
  - Exemplo: na transferência, tratar uma conta por vez

Atribuir um recurso a um determinado processo

Processo servidor de impressão

Nos filósofos precisa dos 2 palitos

Prevenção de impasses

- **Não-preempção**:
  - Poder "arrancar" os recursos dos processos
  - Difícil de implementar, pode gerar inconsistências
- **Espera circular**: Não deixar que aconteça um ciclo
  - Os recursos são ordenados
  - As tarefas os solicitam nessa ordem
  - Exemplo: acessar as contas segundo os números de conta

Basta quebrar **uma** das condições!

Evita a condição de posse e espera

Prevenir impasse com um saleiro!

```
1  #define NUMFILO 5
2  semaphore hashi [NUMFILO] ; // palitos são semáforos (iniciam em 1)
3  semaphore saleiro ;         // um semáforo para o saleiro
4
5  task filosofo (int i)              // filósofo i (entre 0 e 4)
6  {
7     int dir = i ;
8     int esq = (i+1) % NUMFILO] ;
9
10    while (1)
11    {
12       meditar () ;
13       down (saleiro) ;             // pega saleiro
14       down (hashi [dir]) ;         // pega palito direito
15       down (hashi [esq]) ;         // pega palito esquerdo
16       up (saleiro) ;               // devolve saleiro
17       comer () ;
18       up (hashi [dir]) ;           // devolve palito direito
19       up (hashi [esq]) ;           // devolve palito esquerdo
20    }
21 }
```

Impedimento de impasses

Estratégia:

Acompanhar a alocação dos recursos às tarefas e negar acessos de recursos que possam levar a situações inseguras.

Grafo de estados do sistema:

- **Estado**: uma distribuição de recursos entre as tarefas
- **Aresta**: uma alocação ou liberação de recursos

Estados do sistema:

- **Estados seguros**: permitem evoluir aos demais estados
- **Estados inseguros**: somente levam a impasses

Detecção e correção de impasses

Observar o sistema e, quando ocorrer um impasse, resolvê-lo.

Como **detectar** impasses?

- Manter um grafo de alocação de recursos:
  - Atualizar a cada requisição/alocação/liberação
  - Detectar a formação de ciclos no grafo
  - Pode exigir muito processamento
- Monitorar nível de atividade do sistema:
  - Analisar tarefas suspensas há muito tempo

Detecção e correção de impasses

Como **resolver** impasses?

Difícil, por exemplo, matar um dos filósofos...

- **Eliminar tarefas** de modo a romper os ciclos
  - Eliminar a mais nova? A mais antiga? A menos prioritária?
- **Retroceder tarefas**, retornando a um estado seguro
  - Técnica de *rollback* usada em bancos de dados
  - São necessários *checkpoints* periódicos
  - Algumas operações não podem ser desfeitas
    - interações com o usuário
    - envio de pacotes de rede

Complicado...