# Semáforo

**Volnys Borges Bernal**
**volnys@lsi.usp.br**

**Departamento de Sistemas Eletrônicos**
**Escola Politécnica da USP**

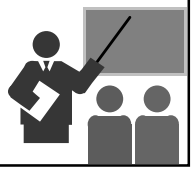


## Sumário

- **Mecanismos de sincronização e comunicação:**
  - **Semáforo**
  - **Problema produtor-consumidor usando semáforo**
  - **Semáforo binário**
  - **Interface pthreads para semáforo**



## Semáforo



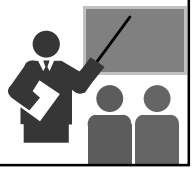


## Semáforo

- **Método de sincronização que permite a contagem de recursos disponíveis**
- **Primitivas**
  - **Up(semaforo)**
    - Incrementa o contador do semáforo.
    - Se existirem entidades bloqueadas neste semáforo, uma delas é desbloqueada
  - **Down(semaforo)**
    - Decrementa o semáforo
    - Se o resultado for menor que zero, a entidade fica bloqueada neste semáforo.
  - **Init(semaforo,valor)**
- **Estas primitivas são garantidamente atômicas (indivisíveis)**
- **O semáforo deve ser iniciado com um valor inteiro, geralmente associado à quantidade de recursos disponíveis.**



## Problema do produtor-consumidor com semáforo





## Problema do produtor-consumidor

- **O problema do produtor consumidor possuir 3 necessidades de sincronização na espera por recursos:**

1. **Uso da região crítica**
   - Tanto produtor quanto consumidor pode, eventualmente, precisar esperar para entrar na região crítica
   - Quantidade de recursos disponíveis no início = 1
     - No início, somente 1 thread pode usar a região crítica
2. **Itens na fila**
   - Consumidor espera por itens na fila quando fila está vazia
   - Quantidade de recursos disponíveis no início = 0
     - No início não existe nenhum item na fila
3. **Slots livres**
   - Produtor espera por slots livres quando fila está cheia
   - Quantidade de recursos disponíveis no início = N (tamanho da fila)
     - No início existe N slots livres na fila

## Problema do produtor-consumidor

- Cada necessidade de sincronização pode ser representada por um semáforo
- São necessários 3 semáforos:
  - Mutex (região crítica) → bloqueia entidade caso região crítica esteja ocupada
  - Itens na fila → bloqueia consumidor caso fila esteja vazia
  - Slots livres → bloqueia produtor caso fila esteja cheia
- Quantidade de recursos disponíveis inicialmente:
  - Mutex (região crítica) → 1
  - Itens na fila → 0
  - Slots livres → N (N=tamanho da fila)



## Problema do produtor-consumidor

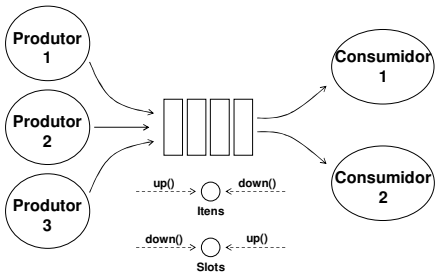
```
semaforo mutex = 1;
semafore itens = 0;
semafore slots = N;

Produtor
   Repetir
      Produzir(E);
      Down(slots);
      Down(mutex);
      InserirFila(F,E);
      Up(mutex);
      Up(itens);
```

```
Consumidor
   Repetir
      Down(itens);
      Down(mutex);
      E=RetirarFila(F);
      Up(mutex);
      Up(slots);
      Processar(E);
```



## Problema do produtor-consumidor






## Exercício

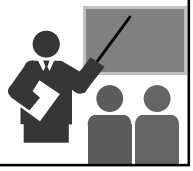
**(1) O que ocorre caso seja invertida a ordem de utilização dos semáforos no exercício anterior, ou seja:**

```
Produtor
   Repetir
      Produzir(E);
      Down(mutex);
      Down(slots);
      InserirFila(F,E);
      Up(itens);
      Up(mutex);
```

```
Consumidor
   Repetir
      Down(mutex);
      Down(itens);
      E=RetirarFila(F);
      Up(slots);
      Up(mutex);
      Processar(E);
```



## Semáforo Binário

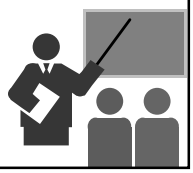




## Semáforo Binário

- Caso particular de semáforo no qual é iniciado com valor 1 e cujo valor nunca ultrapassa 1
- Pode ser utilizado para implementação de exclusão mútua:
  - lock() == down(semaforo_binário)
  - unlock() == up(semaforo_binário)

## Interface pthreads para semáforo





## Interface pthreads para semáforo

- **Tipos de dados**

| Tipo | Descrição |
|---|---|
| `sem_t` | Representa o tipo de um semáforo. |



## Interface pthreads para semáforo

- **Primitivas**

| Primitiva | Descrição |
|---|---|
| `sem_init` | Iniciação da variável de um semáforo. |
| `sem_wait` | Down. Decrementa o semáforo. Se o valor resultante for menor que zero a entidade de processamento é bloqueada. |
| `sem_trywait` | Variante de Down. Caso o valor do semáforo seja igual ou menor que zero, retorna. Caso contrário, decrementa o semáforo. |
| `sem_post` | Up. Incrementa o semáforo. Se existirem entidades de processamento bloqueadas neste semáforo, uma delas é desbloqueada. |
| `sem_get_value` | Retorna o contador do semáforo. |
| `sem_destroy` | Destrói um semáforo. |



## Interface pthreads para semáforo

- **Sintaxe das primitivas**

```
#include <semaphore.h>

int  sem_init    (sem_t *sem, int pshared, unsigned int value)
int  sem_wait    (sem_t *sem)
int  sem_trywait (sem_t *sem)
int  sem_post    (sem_t *sem)
int  sem_getvalue(sem_t *sem, int *sval)
int  sem_destroy (sem_t *sem)
```



## Interface pthreads para semáforo

- **Exemplo de uso:**

```
#include <semaphore.h>

...
sem_t slots;
...
status = sem_init(&slots,0,10);
...
status = sem_wait(&slots);
...
status = sem_post(&slots);
...
```



## Referências Bibliográficas

## Referências Bibliográficas


- **ANDREW S. TANENBAUM; Sistemas Operacionais Modernos. Prentice-Hall.**
  - **Capítulo 2**
- **ANDREW S. TANENBAUM; Sistemas Operacionais. Prentice-Hall.**
  - **Capítulo 2**