

INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
BAHIA  
Campus Salvador

# Comunicação entre processos

---

---

# Comunicação entre processos (-- motivação --)

---

---

- Processos em execução no sistema operacional podem ser:
  - Independentes:
    - Quando não podem ser afetados pela execução de outro processo
  - Cooperantes
    - Quando podem ser afetados pela execução de outro processo
- Já sabendo que compartilhamento causa problemas, é mais fácil criar processos independentes!!

# Comunicação entre processos

## (-- motivação --)

---

---

- Entretanto, é extremamente desejável criar um ambiente com processos cooperantes!
- Porque?
  - Compartilhamento de informações
  - Aumento da velocidade de computação
  - Modularidade
  - Dar suporte a execução de várias tarefas
- Processos cooperantes requerem comunicação entre processos (*Interprocess communication – IPC*)

# Comunicação entre processos

## (-- definição --)

---

---

- Mecanismo que permite aos processos trocarem dados ou informações.
- Comunicação entre processos não usa interrupção!
- Frequentemente é feita de duas formas:
  - Troca de mensagens
  - Compartilhamento de memória

# Comunicação entre processos (-- troca de mensagens --)

---

---

- Se pensarmos numa arquitetura centralizada, os processos estão na mesma máquina.
  - Diferentes processos têm acesso aos mesmos recursos.
- O que acontece se a arquitetura do sistema for distribuída? (um *chat*, por exemplo)
- Como os processos podem se comunicar?

# Comunicação entre processos (-- troca de mensagens --)

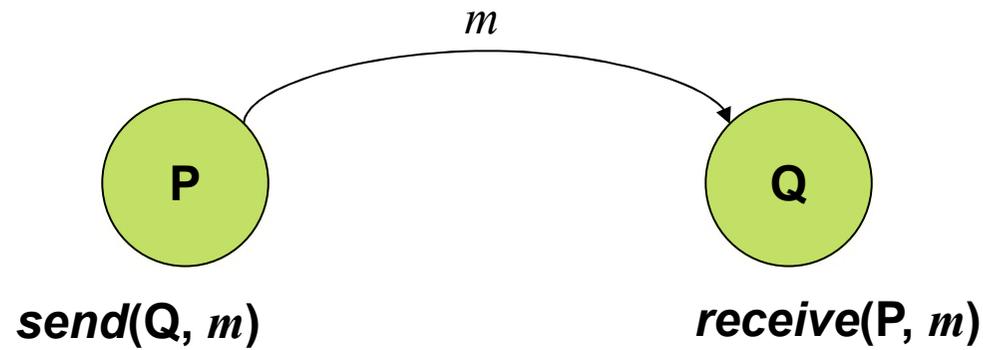
---

- Processos podem se comunicar por troca de mensagens.
  - Frequentemente quando estão em diferentes máquinas e precisam compartilhar dados
- A troca de mensagens é feita baseada em duas ***primitivas***:
  - *send()*
  - *receive()*
- Mensagens podem ter tamanho fixo ou variável
- Se dois processos precisam se comunicar, deve haver um ***link*** entre eles.

# Comunicação entre processos (-- troca de mensagens --)

---

---



# Comunicação entre processos (-- troca de mensagens --)

---

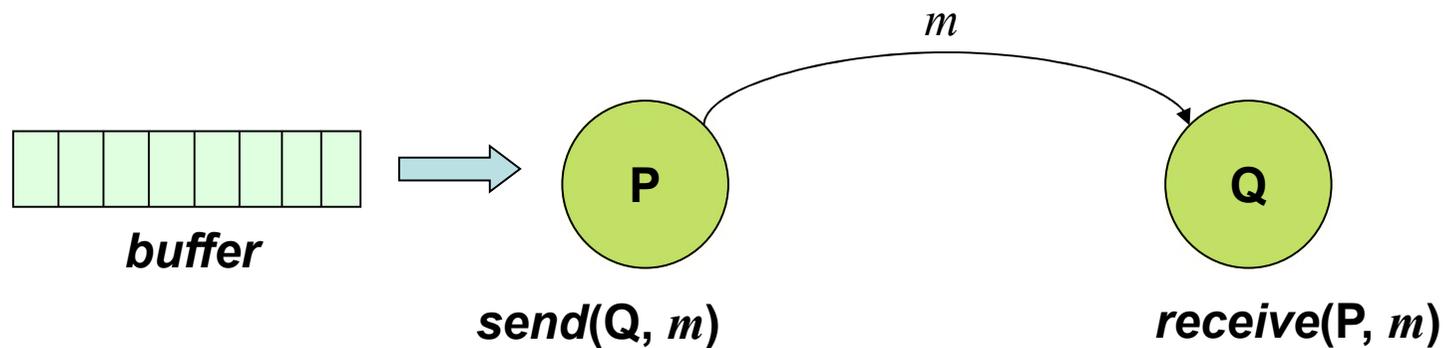
---

- Troca de mensagens por sincronização:
  - Blocking send: processo que envia a mensagem fica bloqueado até a confirmação do recebimento
  - Nonblocking send: processo envia a mensagem e vai executar a próxima instrução
  - Blocking receive: receptor fica bloqueado até que a mensagem esteja disponível
  - Nonblocking receive: o receptor devolve uma mensagem válida ou nula.

# Comunicação entre processos (-- troca de mensagens --)

---

- Troca de mensagens por bufferização:
  - *Zero capacity*
  - *Bounded-capacity*
  - *Unbounded-capacity*



# Comunicação entre processos (-- compartilhamento de memória --)

---

- Processos devem definir uma área de memória que será compartilhada;
- Por padrão o sistema operacional não permite que um processo acesse outro processo!
- Como resolver???

# Comunicação entre processos (-- compartilhamento de memória --)

---

- Caso dois processos desejem compartilhar memória, ambos precisam assumir as consequências de não considerar as restrições do sistema operacional
- **TODA COMUNICAÇÃO ENTRE PROCESSOS PRECISA DA ARBITRAGEM DO SISTEMA OPERACIONAL**

# Comunicação entre processos (-- compartilhamento de memória --)

---

- Processos trocam informações através de leituras e escritas numa área compartilhada;
- O sistema operacional não controla esta operação!
- O que os processos precisam garantir??

Para pensar um pouco...

---

---

*O que acontece quando dois processos querem escrever na mesma área de memória no mesmo instante?*

# Comunicação entre processos (-- *Race condition* --)

---

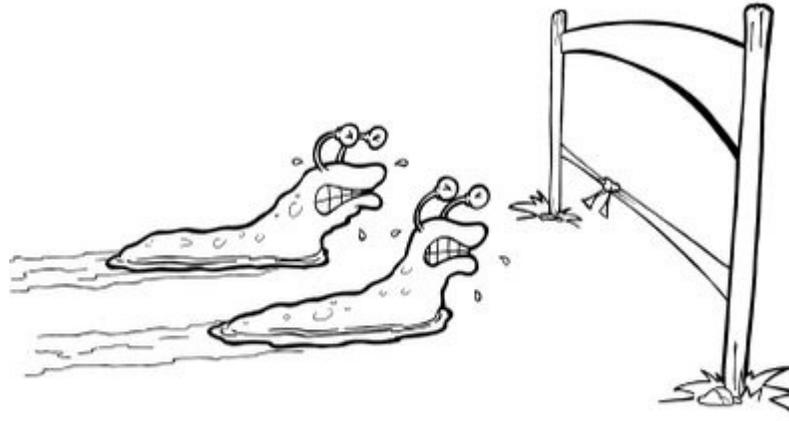
---

- Em alguns sistemas operacionais, processos cooperantes frequentemente compartilham algum dispositivo de armazenamento.
  - Arquivos
  - Memória
  - Disco

# Comunicação entre processos (-- *Race condition* --)

---

---



- Dois processos podem tentar **ler ou escrever** dados num espaço compartilhado, e o resultado final depende de quem está executando naquele momento.

# Comunicação entre processos

(-- *Race condition*: exemplo ilustrativo --)

---

- Um exemplo ilustrativo:

- Suponha duas *threads*, que alteram o valor da variável  $x$

$P_1: x := x + 1$   
 $P_2: x := x + 2$

Considere  $x = 2$

$P_1 \rightarrow P_2 : x = 5$   
 $P_2 \rightarrow P_1 : x = 5$

$P_1: \mathbf{x} := \mathbf{x} + 1$   
 $P_2: \mathbf{x} := \mathbf{x} * 2$

Considere  $x = 2$

$P_1 \rightarrow P_2 : x = 6$   
 $P_2 \rightarrow P_1 : x = 5$

# Comunicação entre processos (-- *Race condition* e região crítica --)

---

---

- Como evitar condições de corrida?
  - Sincronizando os processos

ou seja

- Proibindo que mais de um processo possa ler ou escrever numa área compartilhada ao mesmo tempo.

# Comunicação entre processos (-- Exclusão Mútua --)

---

---

- Definição:

- Mecanismo que garante que cada processo que usa uma área compartilhada terá acesso exclusivo a mesma.

*Qual é o problema da exclusão mútua??*

# Para pensar...

---

---

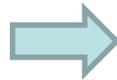
- Pense no problema do PRODUTOR vs. CONSUMIDOR.
- O que acontece se quando o produtor estiver armazenando um item, o consumidor não puder consumir nada?

# Produtor vs. Consumidor

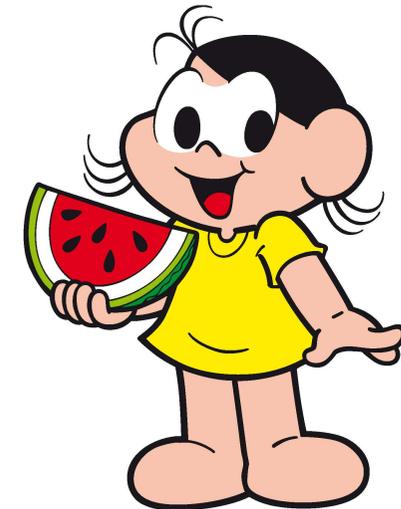
**Condição de corrida:** se dá na disputa pelo “prato”



Josemar :: Produtor



**Região crítica**



Maria Ísis :: Consumidora

**Exclusão Mútua:** serve para garantir que Maria Isis só vai pegar o prato quando ele estiver pronto. E que Josemar vai aguardar o prato ficar vazio para fazer a reposição

# Comunicação de Processos

## (-- Exclusão mútua e região crítica --)

---

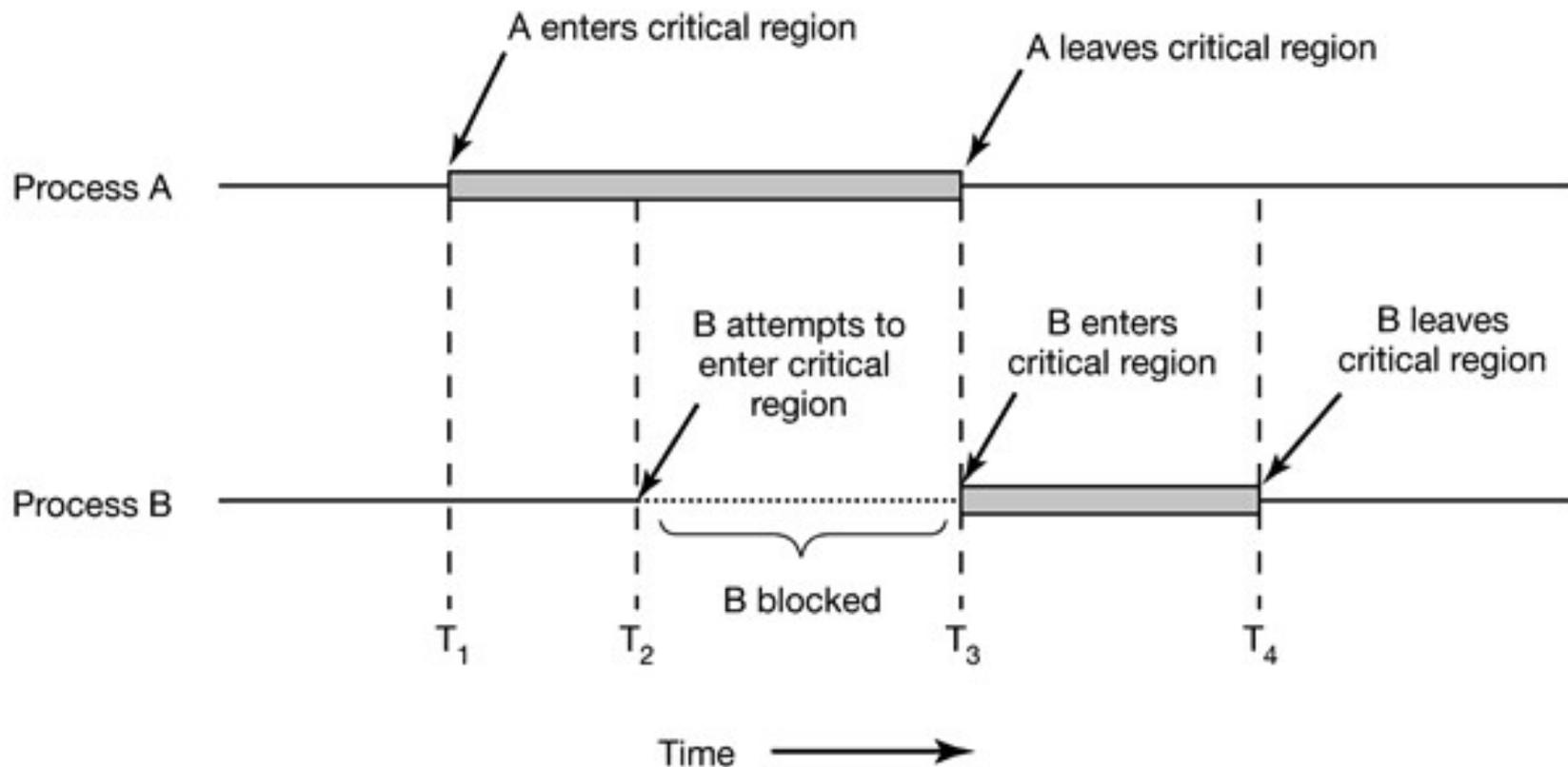
- Dois processos não podem estar simultaneamente em suas regiões críticas
- Nada pode ser assumido com relação a velocidade dos processos ou quantidade de processadores disponível
- Nenhum processo fora de sua região crítica pode bloquear um processo que esteja na região crítica
- Nenhum processo deve esperar indefinidamente para entrar na região crítica.

# Comunicação de Processos

(-- Exclusão mútua e região crítica --)

---

---



# Produtor vs. Consumidor :: buffer

**Condição de corrida:** se dá na disputa pelo “prato”

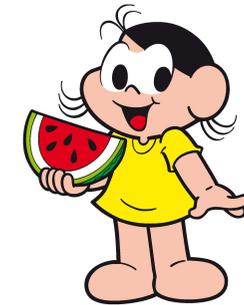


Josemar :: Produtor



**Buffer :: Região crítica**

Capacidade 3 posições



Maria Ísis :: Consumidora

# $n$ produtores vs. $m$ Consumidores

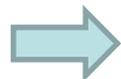
**Condição de corrida:** se dá na disputa pelo “prato”



Josemar

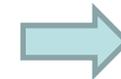


Arla



**Buffer :: Região crítica**

Capacidade 3 posições



Maria Ísis



Luiz Henrique

# Comunicação de Processos

(-- Como implementar exclusão mútua --)

---

- Espera ocupada
- *Sleep and wakeup*
- Semáforos
- Mutex
- Monitores

# Comunicação de Processos

(-- Exclusão mútua + espera ocupada --)

---

---

- Premissa da espera ocupada:
  - Enquanto um processo executa na região crítica, o outro apenas espera.
  
- Formas de implementar:
  - Interrupção:
    - Problema: não é ideal que processos tenham controle sobre as interrupções

# Comunicação de Processos

(-- Exclusão mútua + espera ocupada --)

---

- Formas de implementar:
  - Alternância Obrigatória

```
while (TRUE) {  
    while (turn != 0)    /* loop */ ;  
    critical_region();  
    turn = 1;  
    noncritical_region();  
}
```

(a)

```
while (TRUE) {  
    while (turn != 1);  /* loop */ ;  
    critical_region();  
    turn = 0;  
    noncritical_region();  
}
```

(b)

# Comunicação de Processos

## (-- Sleep e Wakeup --)

---

---

- Primitivas (chamadas de sistemas)
- *sleep()*
  - Bloqueia um processo enquanto aguarda um recurso
- *wakeup()*
  - Ativa o processo quando o recurso foi liberado

# Comunicação de Processos

## (-- *Sleep e Wakeup* --)

---

```
#define N 100          /* number of slots in the buffer */
int count = 0;       /* number of items in the buffer */

void producer (void)
{
    int item;

    while (TRUE) {
        item = produce_item();
        if (count == N) sleep();
        insert_item(item);
        count = count + 1;
        if (count == 1) wakeup(consumer);
    }
}

void consumer(void)
{
    int item;

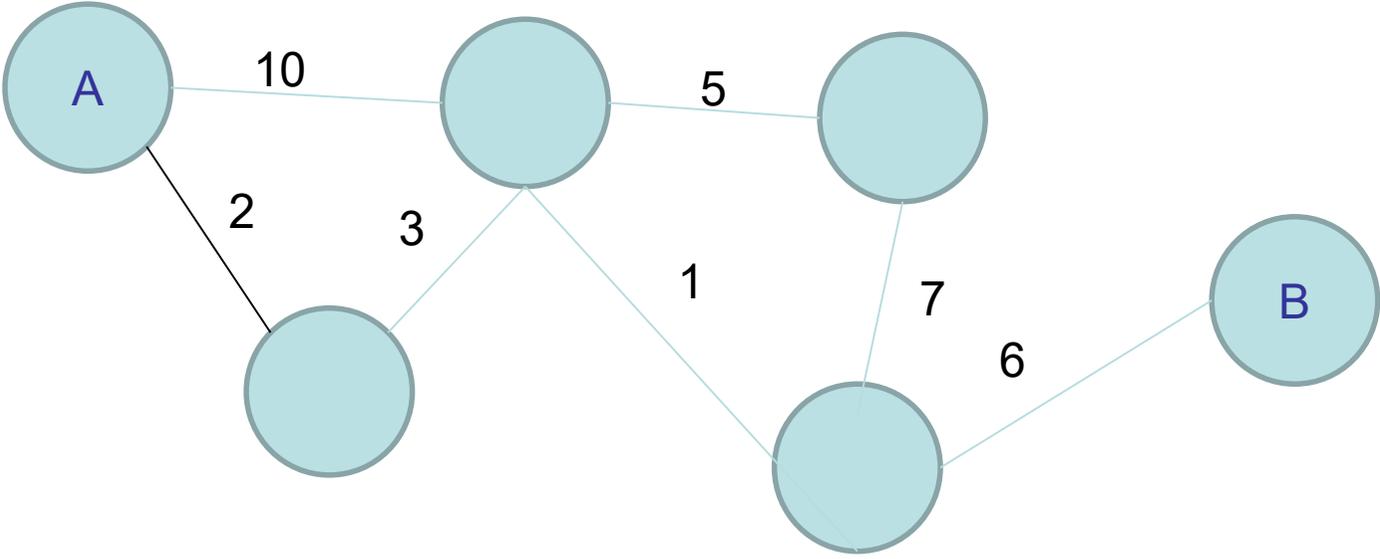
    while (TRUE) {
        if (count == 0) sleep();
        item = remove_item();
        count = count - 1;
        if (count == N - 1) wakeup(producer);
        consume_item(item);
    }
}
```

# Comunicação de Processos (-- Problemas clássicos --)

---

---

- Jantar dos filósofos
- Escritores e Leitores
- Barbeiro dorminhoco



# Comunicação entre processos (-- O jantar dos filósofos --)

---

O problema do jantar dos filósofos...



ENQUANTO MEU NOBRE  
COLEGA REFLETE SOBRE  
O EXISTENCIALISMO, VOU  
PEGAR SEU GARFO.



...aparentemente não tem  
solução.



# Comunicação entre processos (-- O jantar dos filósofos --)

---

- Formulado por E. Dijkstra para caracterizar o problema da sincronização e concorrência
- Descrição
  - 5 filósofos numa mesa de jantar circular
  - 5 pratos de espaguete
  - 1 garfo entre cada par de pratos

# Comunicação entre processos (-- O jantar dos filósofos --)

---

---

## ■ Descrição

- Cada filósofo pode “comer” ou “pensar”
- Cada filósofo usa dois garfos para comer
- Cada filósofo pega um garfo por vez



# Jantar dos filósofos

## (-- 1ª solução --)

---

```
#define N 5
```

```
void philosopher (int i)
{
    while (TRUE)
    {
        think();
        take_fork (i);
        take_fork ((i+1) % N);
        eat();
        put_fork (i);
        put_fork ((i+1) % N);
    }
}
```

# Jantar dos filósofos (-- 2ª solução --)

---

```
#define N 5

void philosopher (int i)
{
    while (TRUE)
    {
        think();
        take_fork (i);
        if (fork((i+1) % N) is available)
        {
            take_fork ((i+1) % N);
            eat();
            put_fork (i);
            put_fork ((i+1) % N);
        }
        else
            put_fork (i);
    }
}
```

# Jantar dos filósofos (-- 3ª solução --)

---

```
#define N 5
```

```
void philosopher (int i)
{
    while (TRUE)
    {
        think();
        down(mutex);
        take_fork (i);
        take_fork ((i+1) % N);
        eat();
        put_fork (i);
        put_fork ((i+1) % N);
        up(mutex);
    }
}
```

mutex = mutual exclusion

1) Se **mutex = 0**, a região crítica está indisponível

2) Se **mutex = 1**, a região crítica pode ser acessada;

=====  
mutex = 1

Down:  
mutex --;

Up:  
mutex ++;

# Jantar dos filósofos

## (-- 4ª solução --)

---

---

- Atribui 3 possíveis estados aos filósofos
  - PENSANDO
  - COMENDO
  - FAMINTO
- Idéia:
  - Um filósofo no estado “faminto” só pode pegar os garfos se os seus vizinhos (esquerda e direita) não estiverem “comendo”.
- Estudar a solução para o problema dos filósofos!

# *DEADLOCK (Impasse)*

---

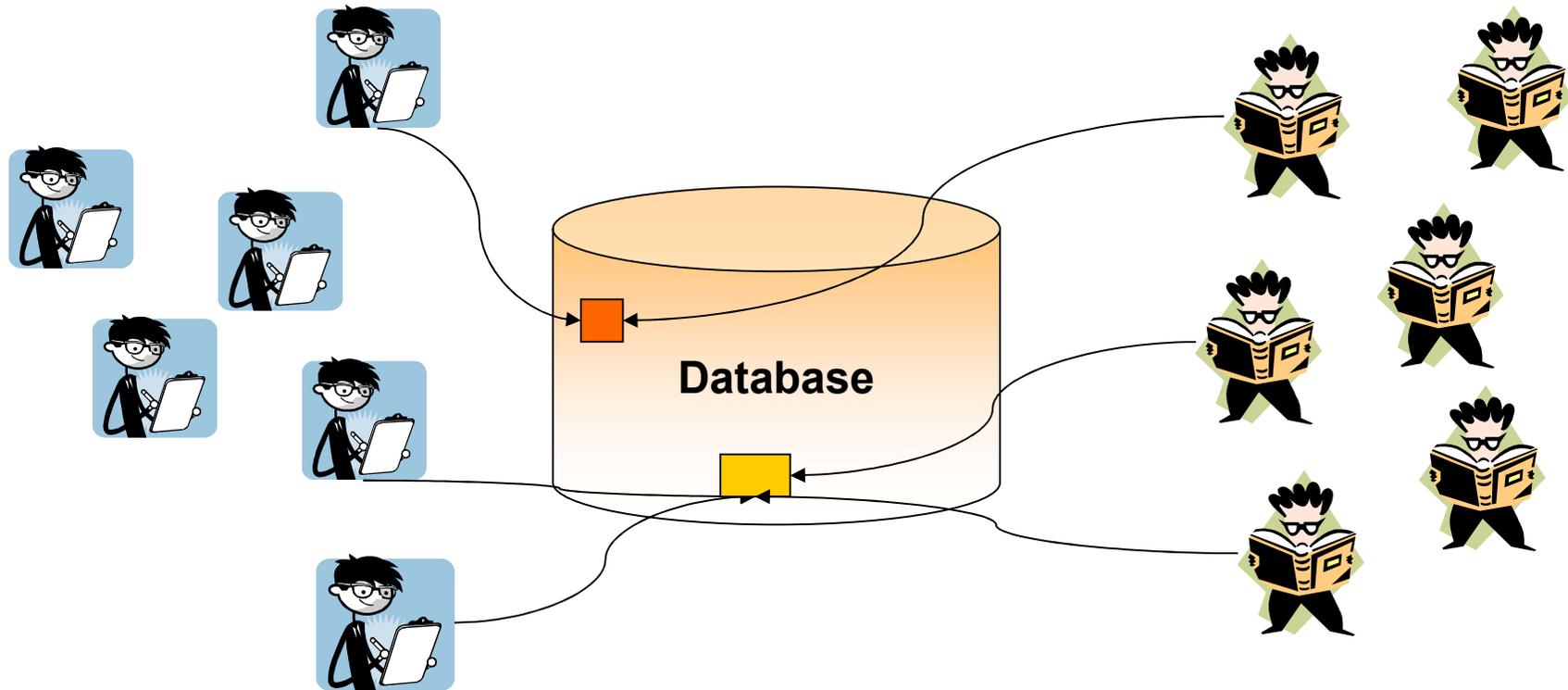
---



# Comunicação entre processos (-- Os leitores e escritores --)

---

---



# Comunicação entre processos (-- Barbeiro dorminhoco --)

---

---



# Comunicação entre processos (-- *Race condition*: exemplo clássico --)

---

## ■ PRODUTOR vs. CONSUMIDOR

- Dois processos compartilham um buffer de tamanho fixo. Um deles (processo **produtor**) coloca dados no buffer. O outro (processo **consumidor**), remove estes dados.
- Você consegue ver o problema?