

MC504/MC514 - Sistemas Operacionais

Barreiras

Islene Calciolari Garcia

Instituto de Computação - Unicamp

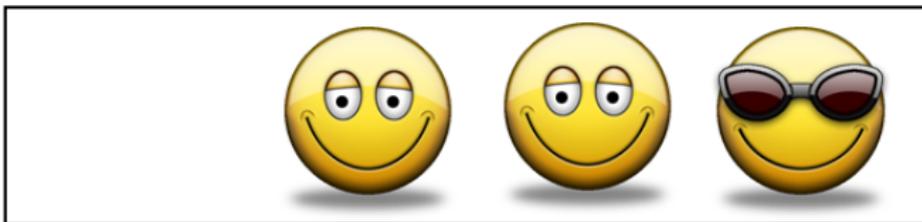
Segundo Semestre de 2016

Sumário

- 1 Introdução
- 2 Tentativas do livro
- 3 Futex
- 4 Barreiras restritas
- 5 glibc

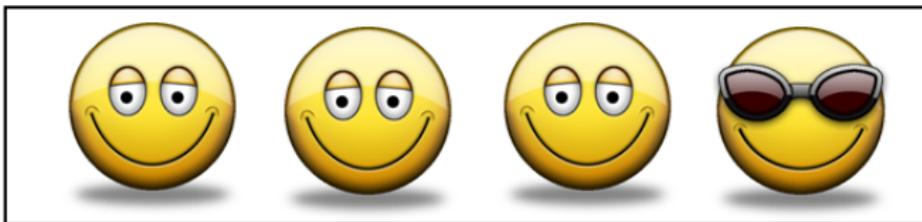
O ponto de encontro das threads

Aguardando N threads



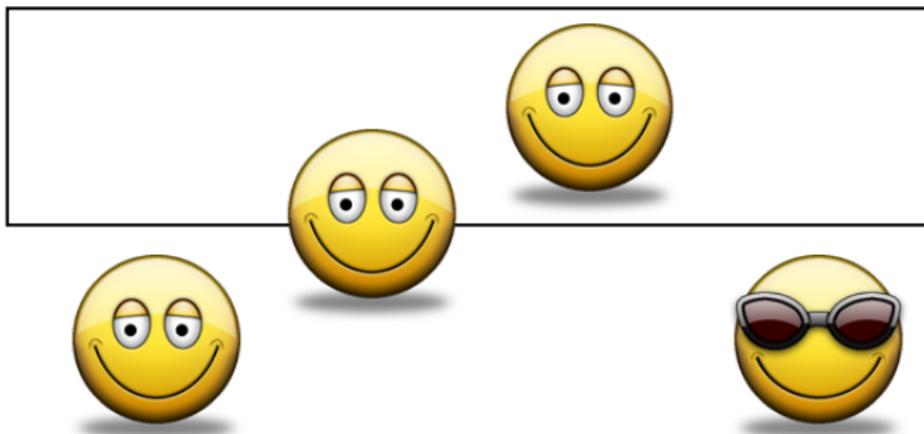
O ponto de encontro das threads

N threads na barreira



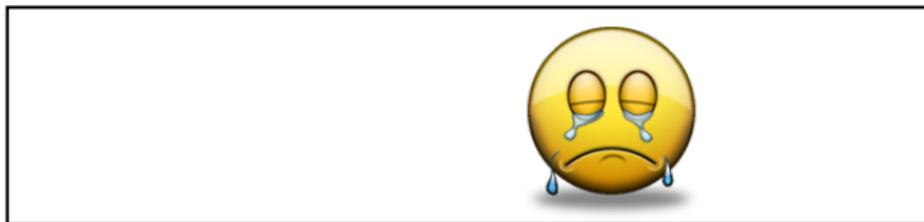
O ponto de encontro dos threads

Threads devem prosseguir



O ponto de encontro das threads

Nenhuma thread pode ficar presa



O ponto de encontro das threads

Vamos implementar?

- Grupo de N threads
- Vida monótona
 - Trabalham e
 - Sincronizam
- Vários exemplos retirados do livro The Little Book of Semaphores
- É possível ser mais eficiente?

Primeira tentativa (3.4)

```
int c;  
sem barreira = 0;  
atomic_inc(c);  
if (c == N) sem_post(barreira);  
sem_wait(barreira);
```

- Quais são os problemas deste código?
- Quando funciona?
- Veja o arquivo `barreira1.c`

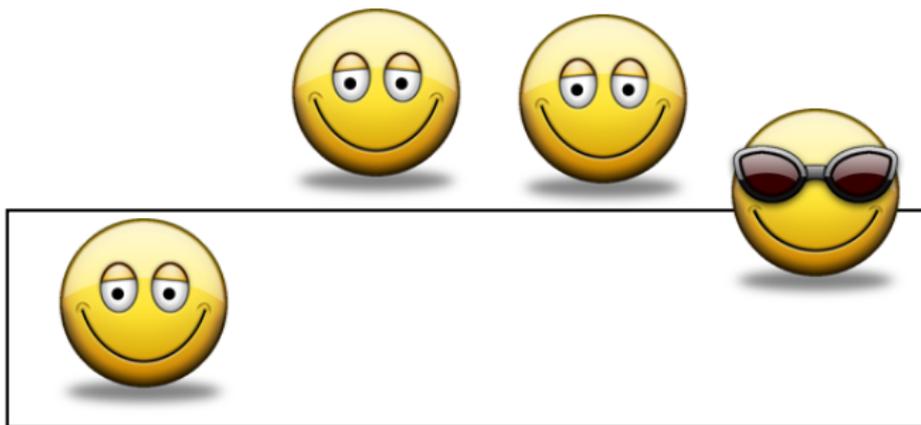
Segunda tentativa (3.5)

```
int c;  
sem barreira = 0;  
atomic_inc(c);  
if (c == N) sem_post(barreira);  
sem_wait(barreira);  
sem_post(barreira);
```

- Veja o arquivo `barreira2.c`

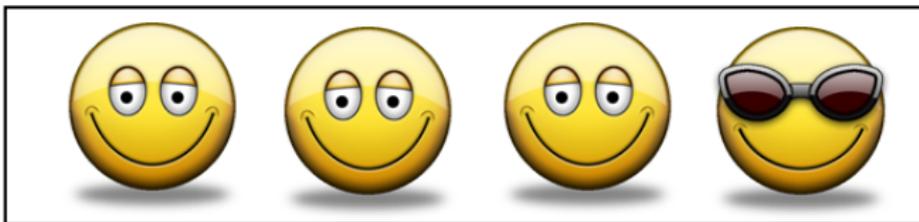
Barreiras reutilizáveis: vários encontros

Threads devem se ressincronizar!



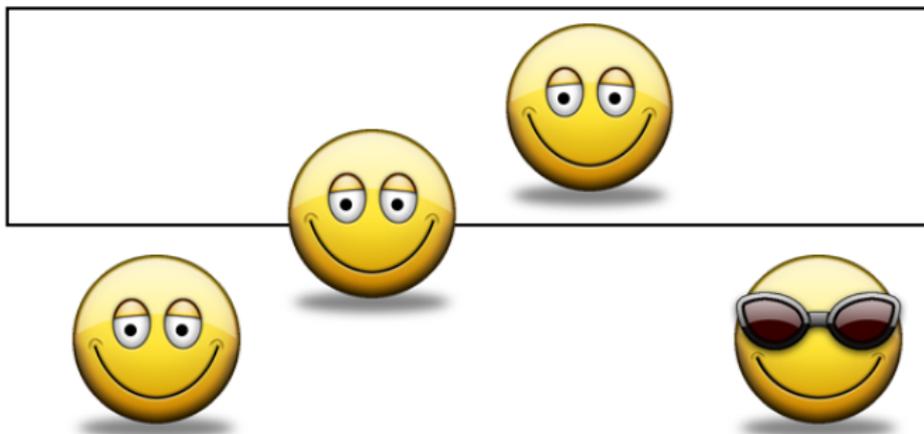
Barreiras reutilizáveis: vários encontros

Threads devem se ressincronizar!



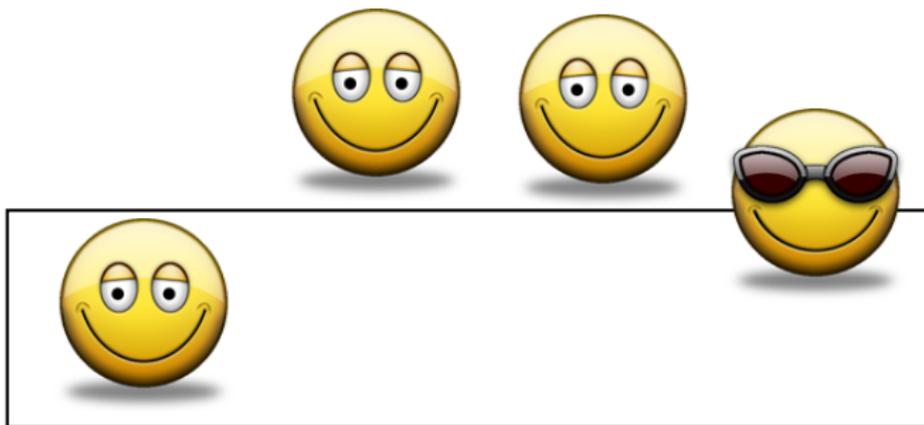
Barreiras reutilizáveis: vários encontros

Threads devem se resincronizar!



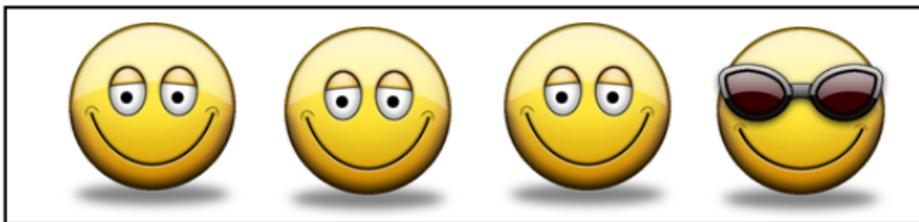
Barreiras reutilizáveis: vários encontros

Threads devem se ressincronizar!



Barreiras reutilizáveis: vários encontros

Threads devem se ressincronizar!



Segunda tentativa (3.5)

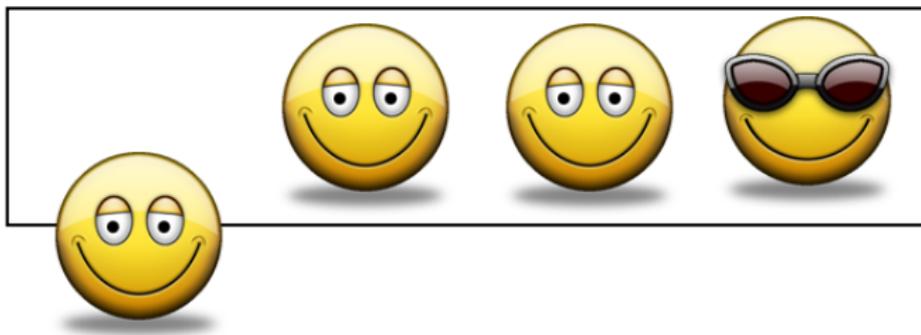
Barreiras reutilizáveis???

```
int c;
sem barreira = 0;
atomic_inc(c);
if (c == N) sem_post(barreira);
sem_wait(barreira);
sem_post(barreira);
```

- Veja o código `barreira2b.c`

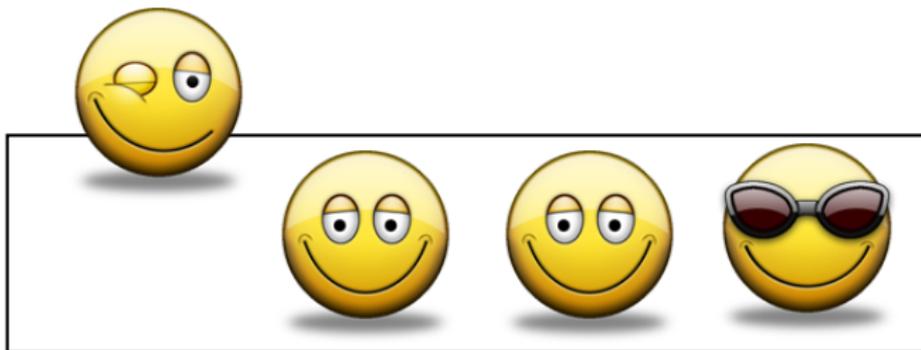
Barreiras reutilizáveis: vários encontros

Cuidado com os espertinhos!



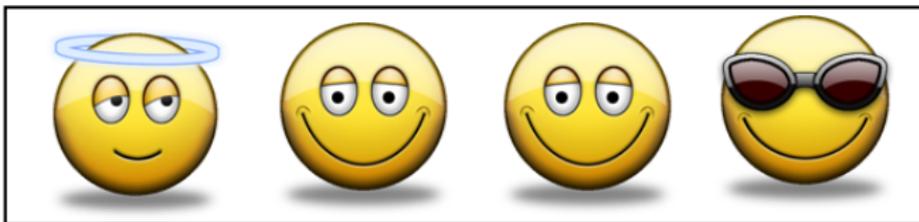
Barreiras reutilizáveis: vários encontros

Cuidado com os espertinhos!



Barreiras reutilizáveis: vários encontros

Cuidado com os espertinhos



Deadlock (3.6)

```
int c; lock_t mutex;
sem barreira = 0;
lock(mutex);
c++;
if (c == N) sem_post(barreira);
sem_wait(barreira);
sem_post(barreira);
unlock(mutex);
```

- Uso claro para variáveis de condição...

Terceira tentativa (3.7)

```
int c;
sem barreira = 0;
atomic_inc(c);
if (c == N) sem_post(barreira);
sem_wait(barreira);
sem_post(barreira);
atomic_dec(c);
if (c == 0) sem_wait(barreira);
```

- Veja o arquivo `barreira3.c`

Quarta tentativa (3.8)

```
int c;
sem barreira = 0;
local_c = atomic_inc(c);
if (local_c == N) sem_post(barreira);
sem_wait(barreira);
sem_post(barreira);
local_c = atomic_dec(c);
if (local_c == 0) sem_wait(barreira);
```

- Veja o arquivo `barreira4.c`

Quinta tentativa (3.8)

Roleta dupla

```
int c;
sem roleta_entrada = 0, roleta_saida = 1;
local_c = atomic_inc(c);
if (local_c == N)
    sem_wait(roleta_saida);
    sem_post(roleta_entrada);

sem_wait(roleta_entrada);
sem_post(roleta_entrada);
local_c = atomic_dec(c);
```

Quinta tentativa (3.8)

Roleta dupla (continuação)

```
if (local_c == 0)
    sem_wait(roleta_entrada);
    sem_post(roleta_saida);
```

```
sem_wait(roleta_saida);
sem_post(roleta_saida);
```

- Veja o arquivo `barreira5.c`

Roleta dupla - animação

```
int c;  
sem roleta_entrada = 0, roleta_saida = 1;  
local_c = atomic_inc(c);  
if (local_c == N)  
    sem_wait(roleta_saida);  
    sem_post(roleta_entrada);  
  
sem_wait(roleta_entrada);  
sem_post(roleta_entrada);  
local_c = atomic_dec(c);
```

Roleta dupla



Roleta dupla

```
int c;
sem_roleta_entrada = 0, roleta_saida = 1;
local_c = atomic_inc(c);
if (local_c == N)
    sem_wait(roleta_saida);
    sem_post(roleta_entrada);

sem_wait(roleta_entrada);
sem_post(roleta_entrada);
local_c = atomic_dec(c);
```

Roleta dupla



Roleta dupla

```
int c;
sem_roleta_entrada = 0, roleta_saida = 1;
local_c = atomic_inc(c);
if (local_c == N)
    sem_wait(roleta_saida);
    sem_post(roleta_entrada);

sem_wait(roleta_entrada);
sem_post(roleta_entrada);
local_c = atomic_dec(c);
```

Roleta dupla

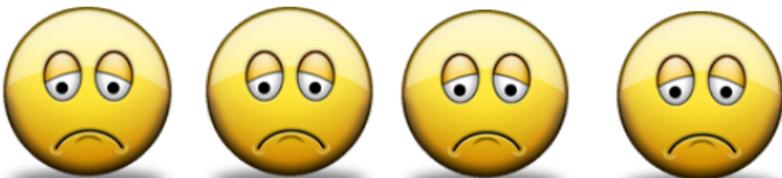


Roleta dupla

```
int c;
sem roleta_entrada = 0, roleta_saida = 1;
local_c = atomic_inc(c);
if (local_c == N)
    sem_wait(roleta_saida);
    sem_post(roleta_entrada);

sem_wait(roleta_entrada);
sem_post(roleta_entrada);
local_c = atomic_dec(c);
```

Roleta dupla

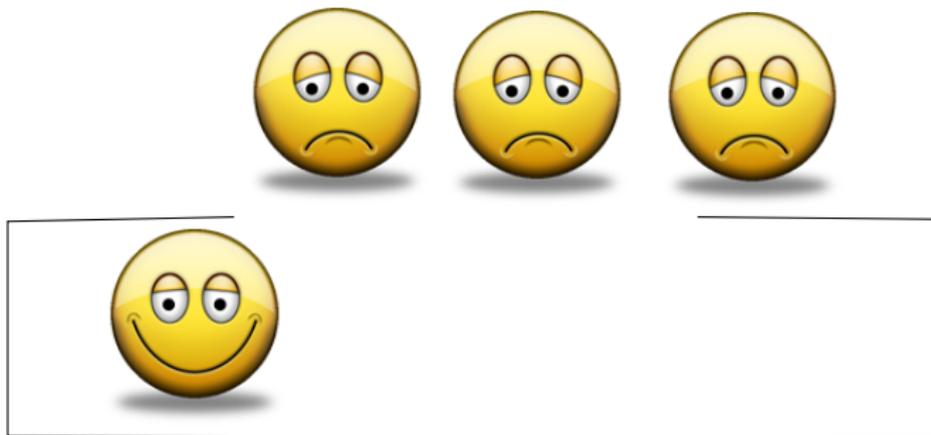


Roleta dupla

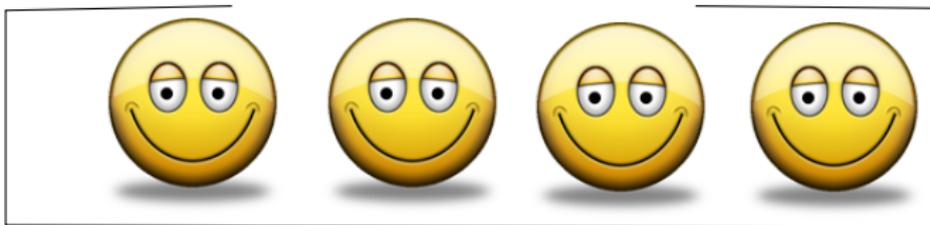
```
int c;  
sem_roleta_entrada = 0, roleta_saida = 1;  
local_c = atomic_inc(c);  
if (local_c == N)  
    sem_wait(roleta_saida);  
    sem_post(roleta_entrada);
```

```
sem_wait(roleta_entrada);  
sem_post(roleta_entrada);  
local_c = atomic_dec(c);
```

Roleta dupla



Roleta dupla



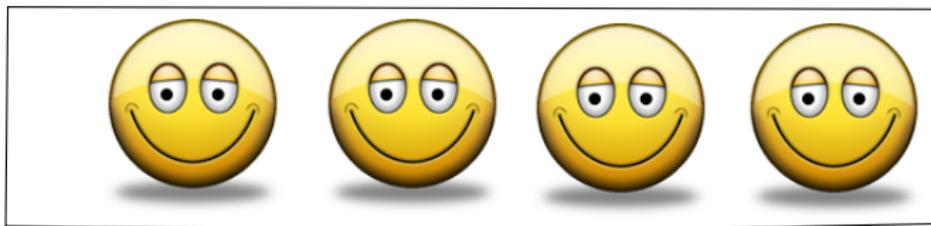
Quinta tentativa (3.8)

Roleta dupla (continuação)

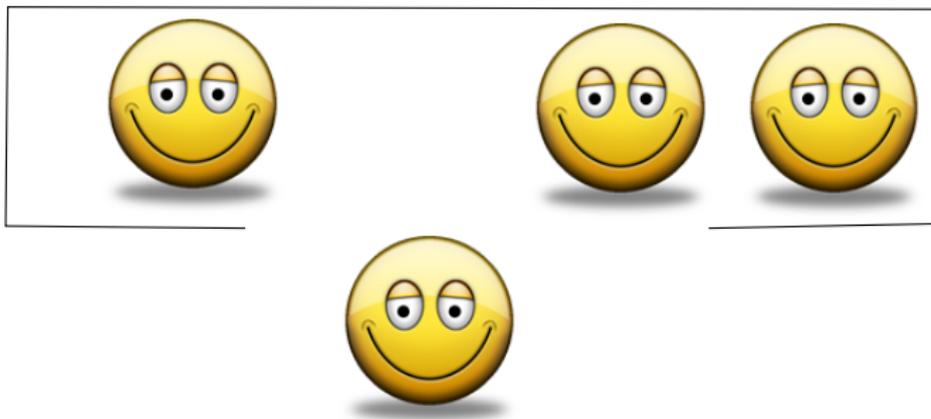
```
if (local_c == 0)
    sem_wait(roleta_entrada);
    sem_post(roleta_saida);

sem_wait(roleta_saida);
sem_post(roleta_saida);
```

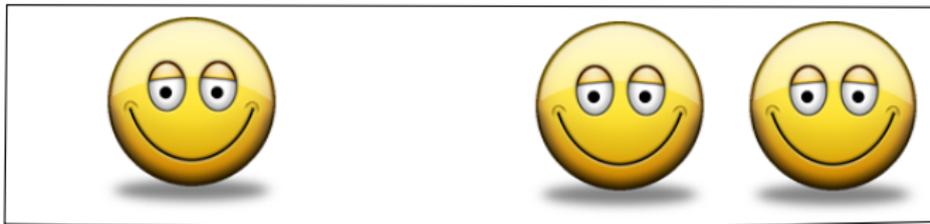
Roleta dupla



Roleta dupla



Roleta dupla



Sobre desempenho...

- Duas roletas causam muitas trocas de contexto
- Na seção 3.6.6 o livro sugere um semáforo de incremento maior do que 1
- Variáveis de condição e broadcast?
- Futex?

Tentativa com futex: roleta dupla

```
int c;
int roleta_entrada = 0, roleta_saida = 1;
local_c = atomic_inc(c);
if (local_c == N)
    roleta_saida = 0;
    roleta_entrada = 1;
    futex_wake(&roleta_entrada, N-1);
else
    futex_wait(&roleta_entrada, 0);
```

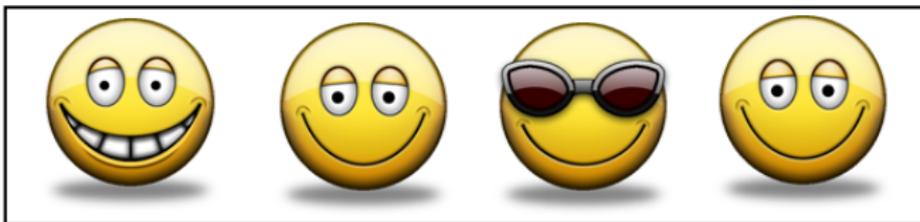
Tentativa com futex: roleta dupla (continuação)

```
local_c = atomic_dec(c);  
if (local_c == 0)  
    roleta_entrada = 0;  
    roleta_saida = 1;  
    futex_wake(&roleta_saida, N-1);  
else  
    futex_wait(&roleta_saida, 0);
```

- Veja o arquivo `barreira_futex.c`

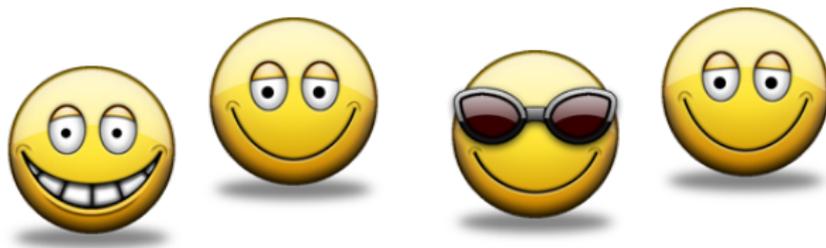
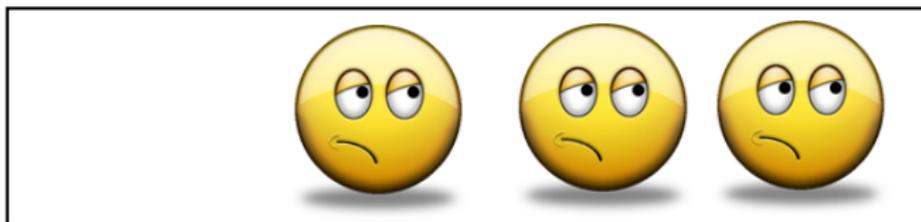
Barreiras restritas

Não há lugar para todos...



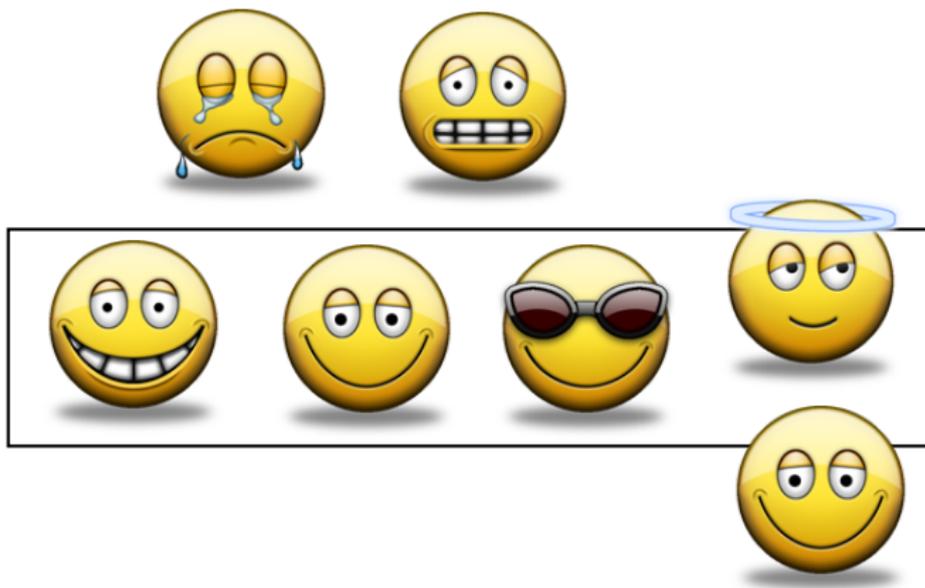
Barreiras restritas

Um grupo deve sair para que outro possa entrar!



Barreiras restritas

Cuidado com os espertinhos!



Roleta dupla não garante restrição na barreira



Roleta dupla

Se a entrada estiver aberta...

```
int c;
sem_roleta_entrada = 0, roleta_saida = 1;
local_c = atomic_inc(c);
if (local_c == N)
    sem_wait(roleta_saida);
    sem_post(roleta_entrada);

sem_wait(roleta_entrada);
sem_post(roleta_entrada);
local_c = atomic_dec(c);
```

Vamos analisar a implementação da glibc?

- Veja o arquivo `barrier_wait.c` e teste o comando `pthread_barrier_wait`
- Veja o código `pthread_barrier_wait.c`

Algoritmo da glibc com semáforos

```
sem_t sem_mutex = 1, sem_barreira = 0;
```

```
sem_wait(sem_mutex);
```

```
c++;
```

```
if (c < N) {
```

```
    sem_post(sem_mutex);
```

```
    sem_wait(sem_barreira); }
```

```
local_c = atomic_dec(c);
```

```
if (local_c > 0)
```

```
    sem_post(sem_barreira);
```

```
else
```

```
    sem_post(sem_mutex);
```

- Veja o arquivo `barreira6.c`