

---

# MAC5753 - Sistemas Operacionais

Daniel Macêdo Batista

IME - USP, 6 de Outubro de 2020

## Barreiras de sincronização

# Barreiras de sincronização

# Objetivo

Barreiras de  
sincronização

- ❑ Necessidade de garantir que todos os processos (threads) cheguem em um determinado ponto antes de prosseguir
- ❑ Útil para algoritmos iterativos

# Objetivo

```
Thread Worker [i=1 to n] {  
    while (true) {  
        codigo da tarefa i;  
        espere todas as tarefas n terminarem;  
    }  
}
```

- ❑ No exemplo acima, há uma barreira de sincronização no fim dos laços
- ❑ Mais eficiente do que criar processos (threads) a cada laço mas são necessários protocolos para garantir a sincronização

# Ideia da primeira solução – Contador compartilhado

Barreiras de  
sincronização

- Ter uma variável contador que armazena quantas threads já terminaram
- Como seria o algoritmo?

# Algoritmo para a primeira solução

```
int contador=0;

Thread Worker[i=1 to n] {
    while (true) {
        codigo da tarefa i;
        <contador=contador+1;>
        while (contador != n) skip;
    }
}
```

- Problemas?

# Algoritmo para a primeira solução

```
int contador=0;

Thread Worker[i=1 to n] {
    while (true) {
        codigo da tarefa i;
        <contador=contador+1;>
        while (contador != n) skip;
    }
}
```

- Ações atômicas com < e >  
    <contador=contador+1;>
- Espera ocupada  
    while (contador != n) skip;



# Algoritmo para a primeira solução

```
int contador=0;

Thread Worker[i=1 to n] {
    while (true) {
        codigo da tarefa i;
        <contador=contador+1;>
        while (contador != n) skip;
    }
}
```

- Ações atômicas com  $\langle e \rangle$  (Se o hardware tiver Fetch-and-add)
  - FA(contador, 1);
- while (contador != n) skip;
  - Vamos considerar que o skip deixa a thread dormindo por um tempo
- É suficiente?

# Algoritmo para a primeira solução

```
int contador=0;

Thread Worker[i=1 to n] {
    while (true) {
        codigo da tarefa i;
        <contador=contador+1;>
        while (contador != n) skip;
    }
}
```

- contador tem que ser 0 sempre no início de cada iteração
  - ou seja, sempre que todas as threads passarem pela barreira
  - e antes de alguma thread tentar incrementar

# Algoritmo para a primeira solução

```
int contador=0;

Thread Worker[i=1 to n] {
    while (true) {
        codigo da tarefa i;
        <contador=contador+1;>
        while (contador != n) skip;
    }
}
```

- contador está sempre mudando e sempre sendo verificado (cache, contenção de memória)

# Contador compartilhado

```
int contador=0;

Thread Worker[i=1 to n] {
    while (true) {
        codigo da tarefa i;
        <contador=contador+1;>
        while (contador != n) skip;
    }
}
```

- ❑ Como resolver o problema de zerar o contador?  
Ter certeza que as  $n$  threads só vão começar quando contador for zero
- ❑ É possível resolver com dois contadores se alternando a cada rodada (a rodada tem que ser variável local de cada thread) – Mas não resolve o problema de cache e a necessidade do FA.

# Contador compartilhado

Barreiras de  
sincronização

- Útil se a máquina tem FA ou similar
- Útil se a máquina tem atualização eficiente de cache
- Útil se  $n$  é pequeno

# Flags e coordenadores

- Para resolver o problema da contenção de memória  
Cada thread atualiza sua variável ao invés de um só  
(contador)  
$$\text{count} = (\text{arrive}[1] + \dots + \text{arrive}[n])$$

# Flags e coordenadores

Barreiras de  
sincronização

- `<contador=contador+1;> → arrive[i]=1`
- Ótimo! Não precisa de FA :)

# Flags e coordenadores

- `while (contador != n) skip; → while ((arrive[0] + ... + arrive[n]) != n) skip;`
- Problema?
  - Contenção de memória :(
  - Está fazendo a soma o tempo todo para diversas threads :(



# Flags e coordenadores

- `while (contador != n) skip; → while ((arrive[0] + ... + arrive[n]) != n) skip;`

- Ideias?

Ter uma variável por thread para marcar que todas as demais podem continuar

```
while (continue[i] == 0) skip;
```

Quem vai fazer `continue[i] = 1`?

# Flags e coordenadores

- A solução é ter uma thread especial (coordenador) que:
  - Espera todos os arrive serem 1
  - Faz todos os continue serem 1