# Sistemas Operacionais

## Gestão de tarefas - implementação de tarefas

Prof. Carlos Maziero

DInf UFPR, Curitiba PR

Julho de 2020

# Conteúdo

# Contexto de execução

## Contexto

Estado interno da tarefa, que se modifica conforme a execução da tarefa evolui.

Cada tarefa possui um contexto próprio:

- Posição atual da execução (*program counter*, *stack pointer*)
- Valores das variáveis e áreas de memória
- Arquivos abertos, conexões de rede, ...

# Informações do contexto

- Registradores do processador:
  - PC (*Program Counter*), indica a posição da execução
  - SP (*Stack Pointer*), topo da pilha de execução
  - Demais registradores (acumulador, etc)
  - Flags (nível usuário/núcleo, status, etc).
- Áreas de memória usadas pela tarefa
- Recursos em uso:
  - Arquivos abertos
  - Conexões de rede
  - Semáforos
  - ...

# TCB - *Task Control Block*

Descritor de uma tarefa:

- Identificador da tarefa
- Estado da tarefa (nova, pronta, executando, ...)
- Informações de contexto (registradores, etc)
- Recursos usados pela tarefa (arquivos abertos, ...)
- Informações de contabilização (data de início, tempo de processamento, volume de dados lidos/escritos, etc.).
- Outras informações (prioridade, proprietário, etc.).

Geralmente implementado como um `struct` em C

# TCB no Linux 1.0 (include/linux/sched.h)

```
1  struct task_struct {
2          volatile long state;        /* -1 unrunnable, 0 runnable, >0 stopped */
3          long counter;
4          long priority;
5          unsigned long signal;
6          unsigned long blocked;        /* bitmap of masked signals */
7          unsigned long flags;        /* per process flags, defined below */
8          int errno;
9          int debugreg[8];  /* Hardware debugging registers */
10         ...
11         struct task_struct *next_task, *prev_task;
12
13         struct sigaction sigaction[32];
14         int exit_code, exit_signal;
15         ...
16         unsigned long start_code, end_code, end_data, start_brk, brk,
17                  start_stack, start_mmap;
18         unsigned long arg_start, arg_end, env_start, env_end;
19         ...
20         struct wait_queue *wait_chldexit;        /* for wait4() */
21         unsigned short uid, euid, suid;
22         unsigned short gid, egid, sgid;
23         ...
24         int tty;                /* -1 if no tty, so it must be signed */
25         unsigned short umask;
26         struct inode * pwd;
27         ...
28         struct vm_area_struct *stk_vma;
29 };
```

# Troca de contexto

Trocar a tarefa em execução por outra.

É essencial em sistemas multitarefa.

Consiste em:

1. Salvar o contexto da tarefa em execução
2. Escolher a próxima tarefa a executar
3. Restaurar o contexto da próxima tarefa

# Troca de contexto

Entidades envolvidas na troca de contexto:

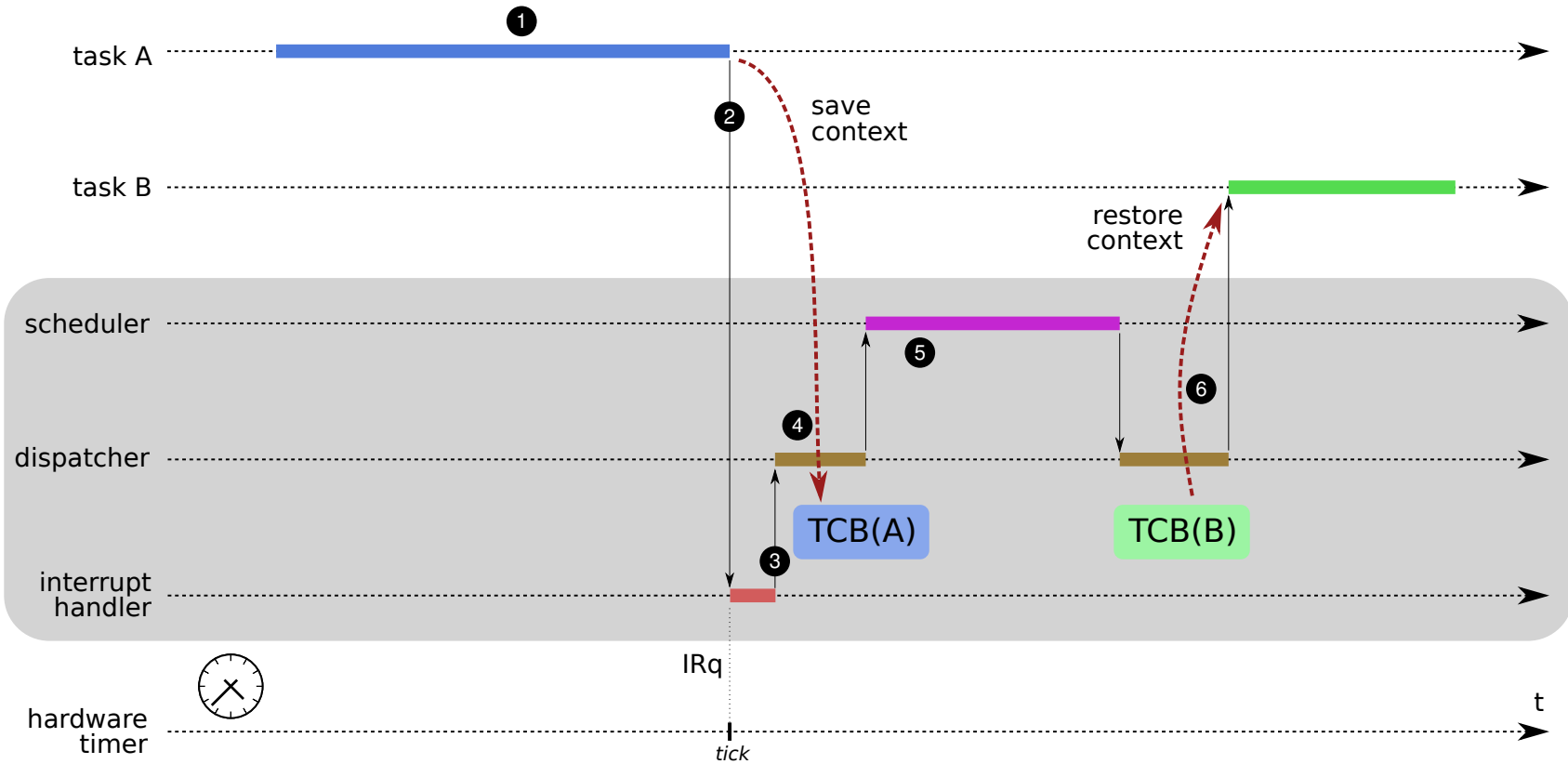
## Despachante

Implementa a troca de contextos em baixo nível

## Escalonador

Avalia as tarefas prontas e define a ordem de execução

# Trocas de contexto



# Implementar tarefas: Processos

## Processo

Contêiner de recursos utilizados para executar tarefas

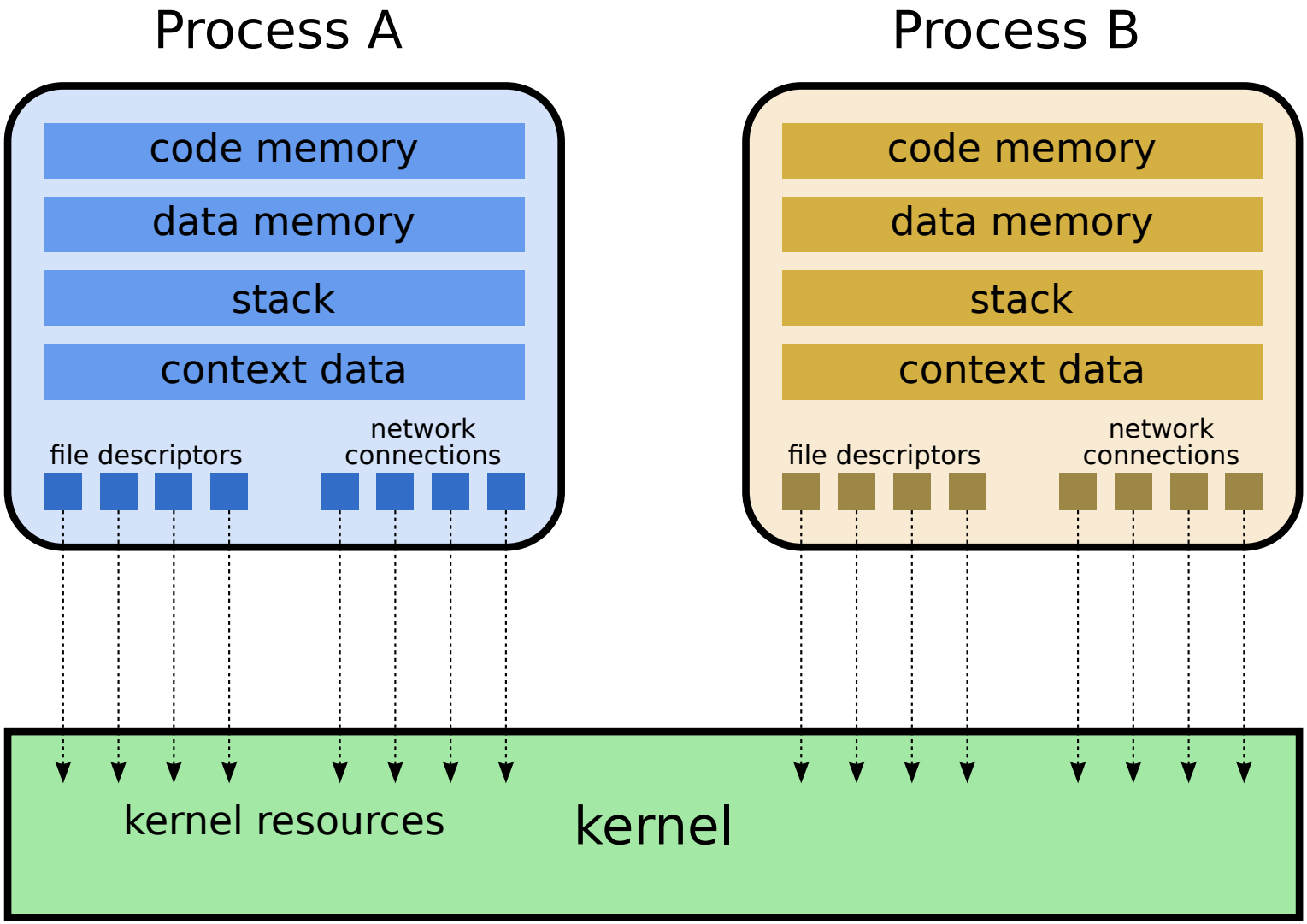
Um processo contém:

- Áreas de memória (código, dados, pilha, ...)
- Descritores de recursos (arquivos, sockets, ...)
- Uma ou mais tarefas em execução

Os processos são isolados entre si pelo hardware:

- Isolamento de áreas de memória (MMU)
- Níveis de operação da CPU (*kernel*/*user*)

# Estrutura dos processos



# Criação de processos

Processos são criados através de chamadas de sistema.

Em Windows:

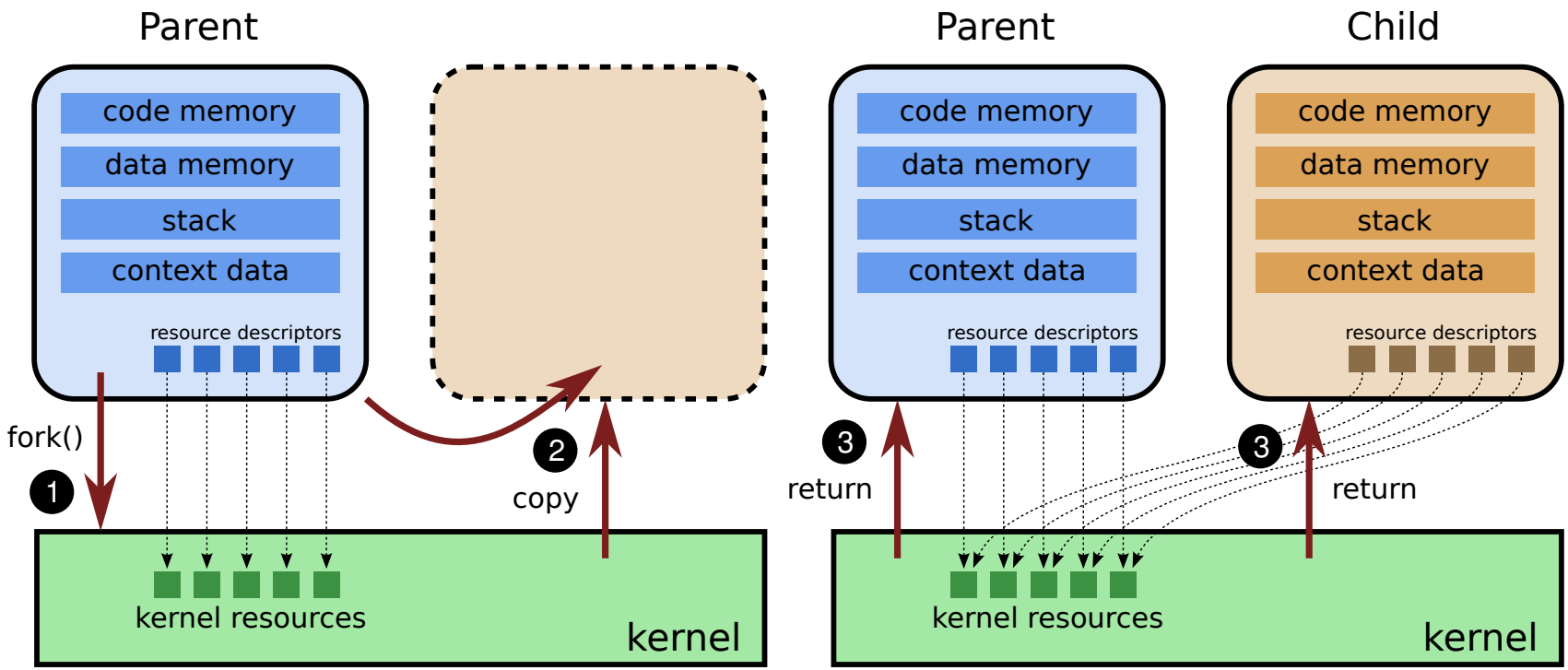
- `CreateProcess`: cria um novo processo, informando o arquivo contendo o código a executar.

Em UNIX:

- `fork()`: duplica o processo atual.
- `execve(file)`: substitui o código executável do processo por outro código.

# Criação de processos em UNIX

Execução da chamada de sistema `fork`:



# Criação de processos em UNIX

```
1  int main (int argc, char *argv[], char *envp[])
2  {
3     int ret ;
4
5     ret = fork () ;                              // replicação do processo
6     if ( ret < 0 ) {                             // fork não funcionou
7        perror ("Erro: ") ;
8        exit (-1) ;
9     }
10    else
11      if ( ret > 0 )                             // sou o processo pai
12        wait (0) ;                               // esperar filho concluir
13      else {                                     // sou o processo filho
14        execve ("/bin/date", argv, envp) ;       // carrega binário
15        perror ("Erro: ") ;                      // execve não funcionou
16      }
17    printf ("Tchau !\n") ;
18    exit(0) ;
19 }
```

# Hierarquia de processos

```
1  init-+-cron
2       |-dhcpcd
3       |-getty
4       |-getty
5       |-ifplugd
6       |-ifplugd
7       |-lighttpd---php-cgi-+-php-cgi
8       |                    `-php-cgi
9       |-logsave
10      |-logsave
11      |-ntpd
12      |-openvpn
13      |-p910nd
14      |-rsyslogd-+-{rsyslogd}
15      |          `-{rsyslogd}
16      |-sshd---sshd---sshd---pstree
17      |-thd
18      `-udevd-+-udevd
19              `-udevd
```

# Implementar tarefas: Threads

## Thread

Fluxo de execução operando dentro de um processo ou dentro do núcleo do sistema operacional.

Por default, cada processo contém um(a) *thread*

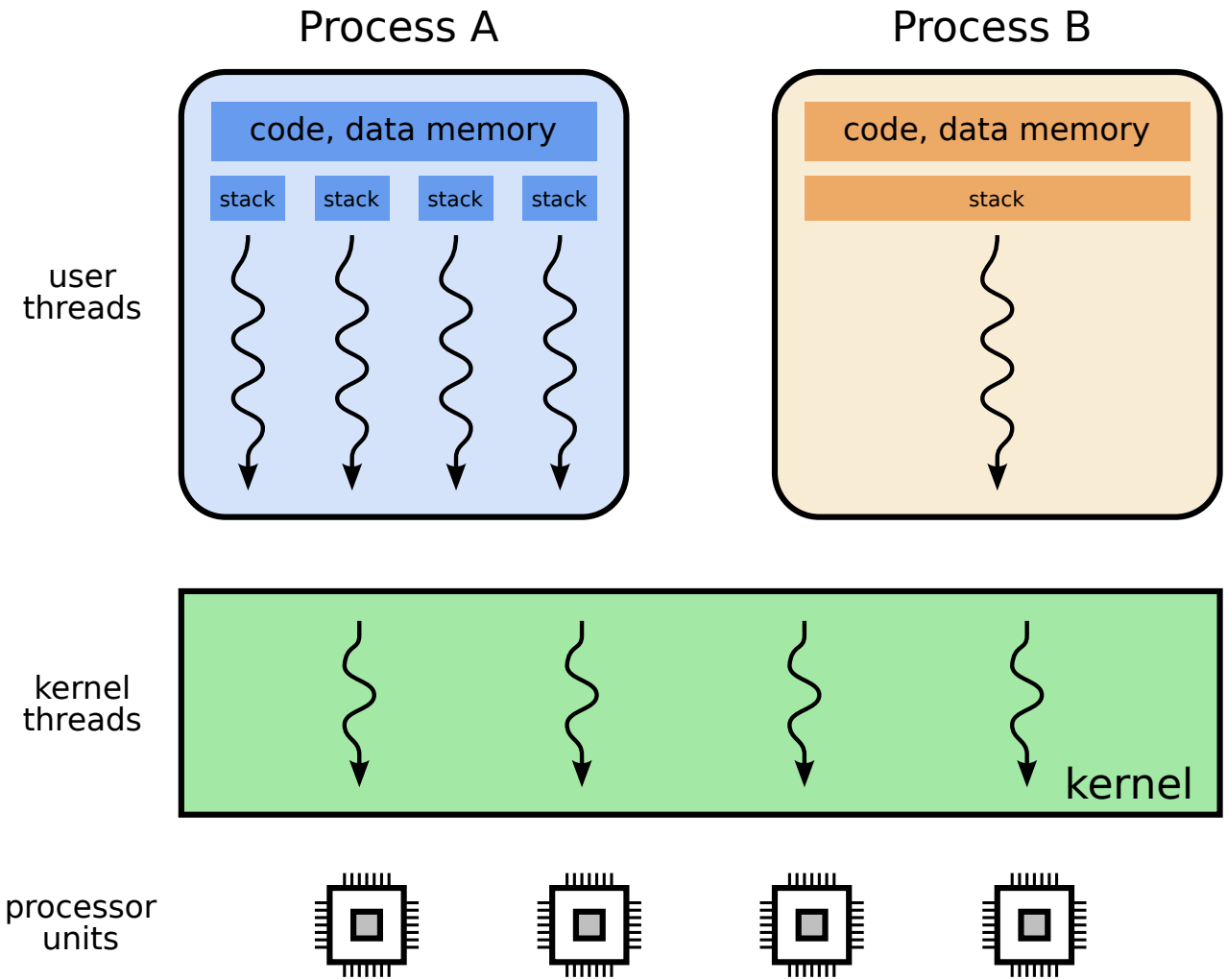
# Threads

Tipos de *threads*:

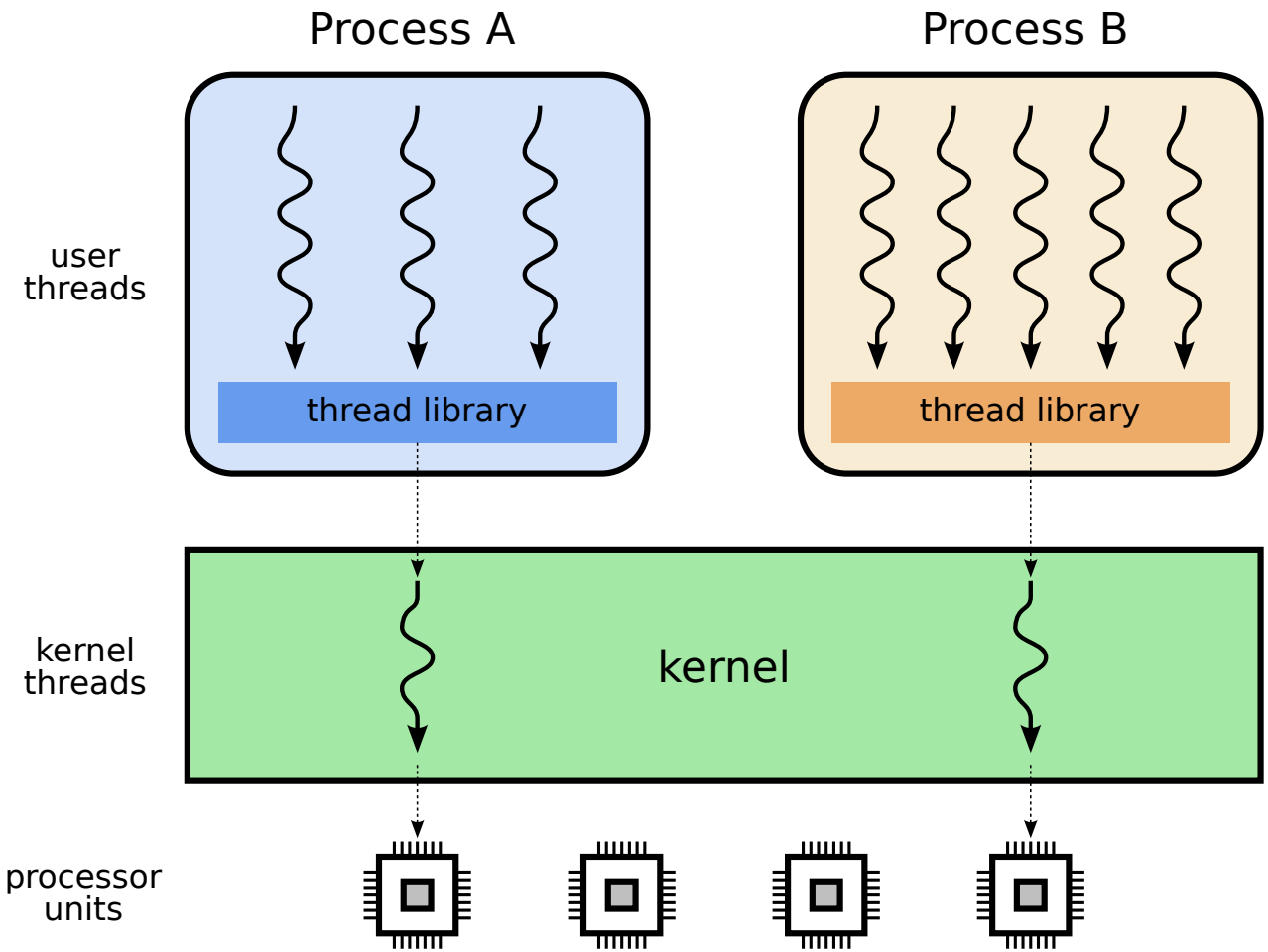
- Threads de usuário: fluxos de execução dentro de um processo, associados à execução da aplicação.
- Threads de núcleo: fluxos de execução dentro do núcleo; representam threads de usuário ou atividades do núcleo.

Modelos de implementação: N:1, 1:1 ou N:M

# Threads


Process A
Process B
code, data memory
stack
stack
stack
stack
code, data memory
stack
user threads
kernel threads
kernel
processor units

# Modelo de threads N:1



# Modelo de threads N:1

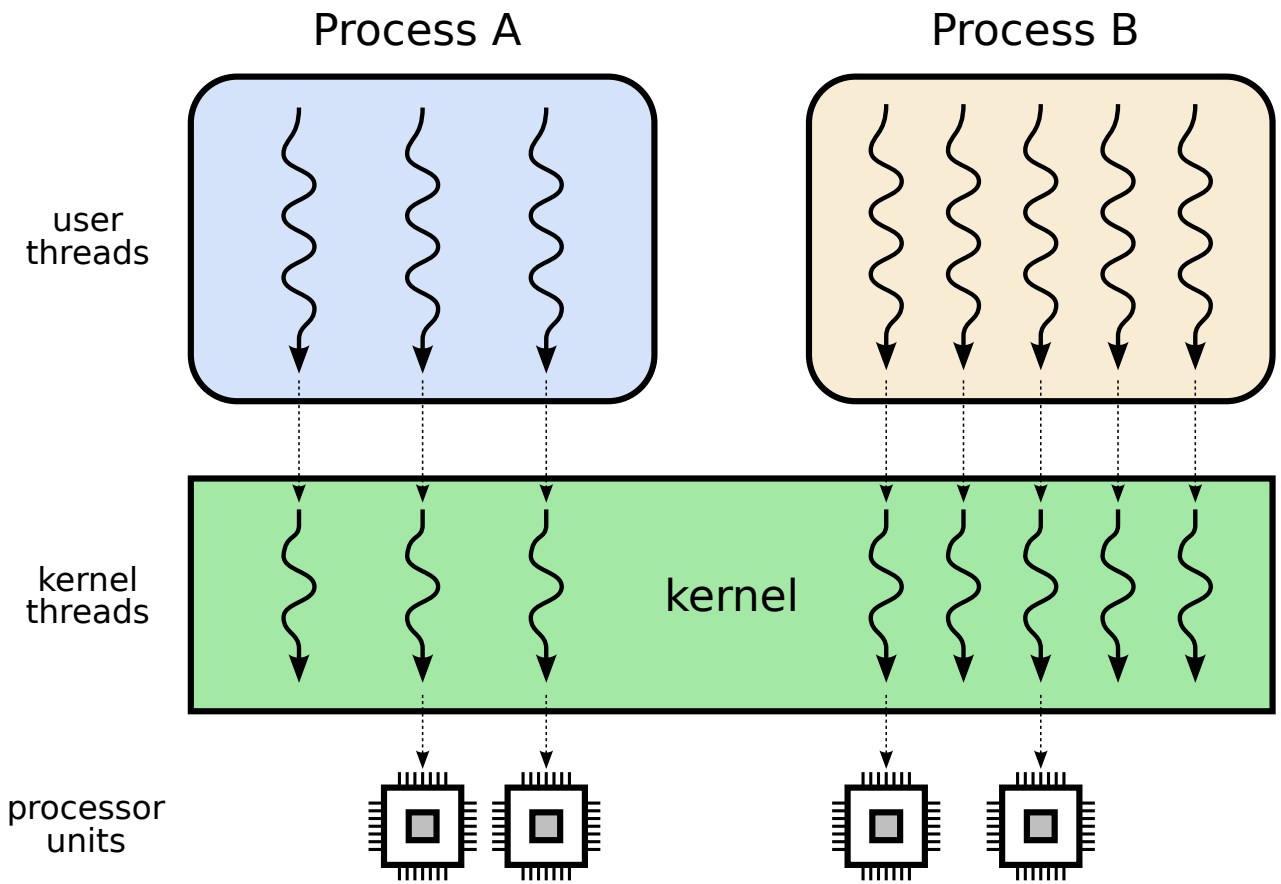
Características:

- Sistemas antigos não suportavam *threads* de usuário.
- Criar *threads* dentro do processo usando bibliotecas.
- Modelo utilizado por ser leve e de fácil implementação.
- Bom para aplicações com milhares/milhões de *threads*.
- Também chamado *Fibers* ou *Green threads*

Problemas:

- O núcleo não "vê" as *threads*, apenas uma por processo.
- Se uma *thread* bloquear (E/S), todas param.

# Modelo de threads 1:1



# Modelo de threads 1:1

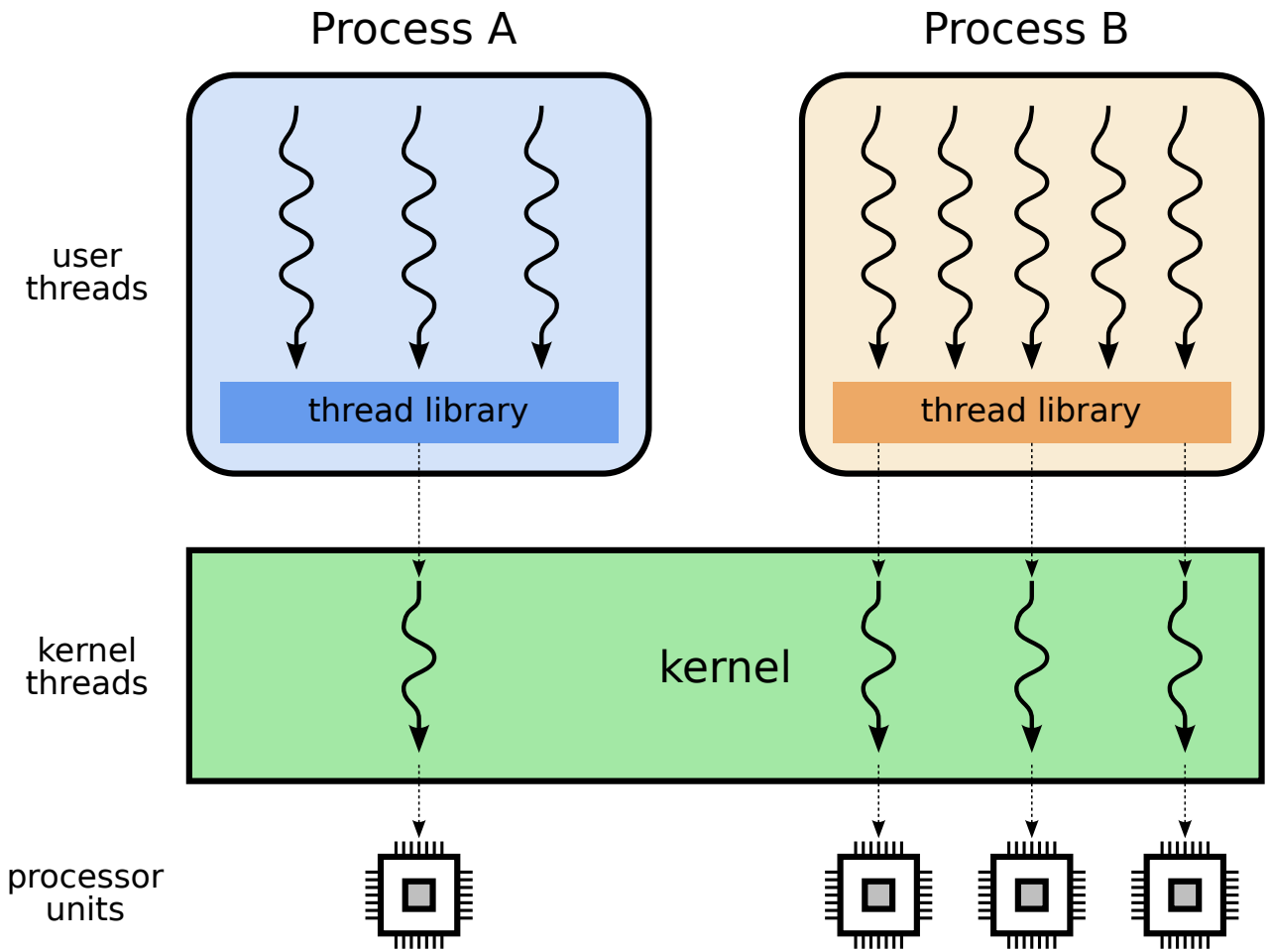
Características:

- Gerência de *threads* incorporada ao núcleo.
- Cada *thread* de usuário é mapeada em uma *thread* de núcleo.
- As *threads* são escalonadas de forma independente, podendo usar vários processadores.
- É a implementação mais frequente nos sistemas atuais.

Problemas:

- Pouco escalável (alguns milhares de threads)

# Modelo de threads N:M (híbrido)



# Modelo de threads N:M (híbrido)

Características:

- modelo híbrido entre N:1 e 1:1
- Uma biblioteca no processo gerencia *user threads*
- Essas *threads* são mapeadas em *threads* do núcleo
- O *thread pool* do núcleo varia com a demanda da aplicação
- Modelo implementado no FreeBSD e Solaris

Problemas:

- maior complexidade de implementação
- maior custo de gerência dos *threads* de núcleo

# Comparação entre modelos de threads

| **Modelo** | **N:1** | **1:1** | **N:M** |
|---|---|---|---|
| Implementação | biblioteca | núcleo | ambos |
| Complexidade | baixa | média | alta |
| Custo de gerência | nulo | médio | alto |
| Escalabilidade | alta | baixa | alta |
| Vários processadores | não | sim | sim |
| Trocas de contexto | rápida | lenta | ambos |
| Divisão de recursos | injusta | justa | variável |
| Exemplos | GNU Threads<br>Python | Windows<br>Linux | Solaris<br>FreeBSD |

# Programando com *threads* em C

```c
#include <pthread.h>
...
#define NUM_THREADS 5

void *print_hello (void *threadid)        // cada thread executa esta função
{
   printf ("%ld: Hello World!\n", (long) threadid);
   sleep (5) ;
   printf ("%ld: Bye bye World!\n", (long) threadid);
   pthread_exit (NULL);                   // encerra esta thread
}

int main (int argc, char *argv[])         // thread "main"
{
   pthread_t thread[NUM_THREADS];
   long status, i;

   for(i = 0; i < NUM_THREADS; i++)       // cria as demais threads
   {
      printf ("Creating thread %ld\n", i);
      status = pthread_create (&thread[i], NULL, print_hello, (void *) i);

      if (status) {   // ocorreu um erro
         perror ("pthread_create");
         exit (-1);
      }
   }

   pthread_exit (NULL);                   // encerra a thread "main"
}
```

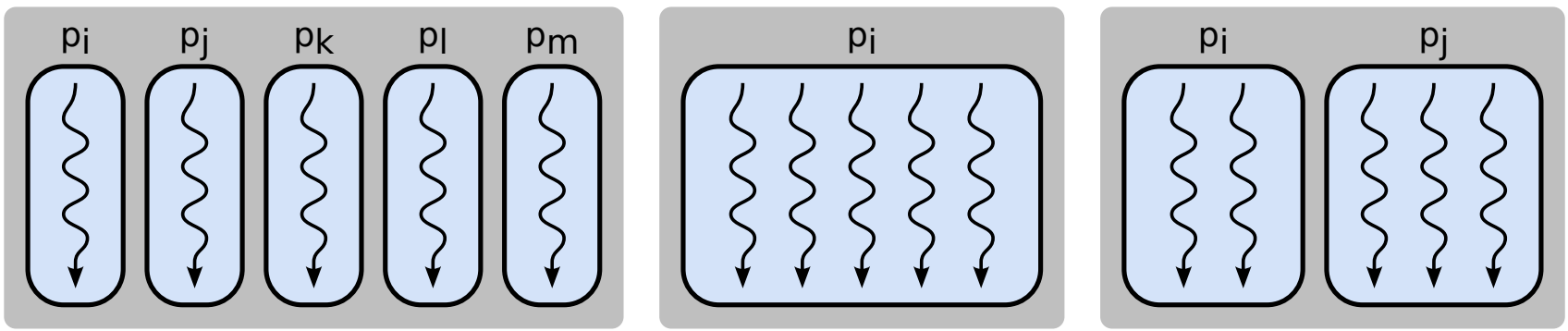
# Programando com *threads* em Java

```
1  public class MyThread extends Thread {
2     int threadID;
3     private static final int NUM_THREADS = 5 ;
4
5     MyThread (int ID) {
6        threadID = ID;
7     }
8
9     public void run () {                                  // corpo de cada thread
10       System.out.println (threadID + ": Hello World!") ;
11       try {
12         Thread.sleep(5000);
13       }
14       catch (InterruptedException e) {
15         e.printStackTrace();
16       }
17       System.out.println (threadID + ": Bye bye World!") ;
18    }
19
20    public static void main (String args[]) {
21       MyThread[] t = new MyThread[NUM_THREADS] ;
22
23       for (int i = 0; i < NUM_THREADS; i++) {           // cria as threads
24          t[i] = new MyThread (i);
25       }
26       for (int i = 0; i < NUM_THREADS; i++) {           // inicia a execução das threads
27          t[i].start () ;
28       }
29    }
30 }
```

# Usar *threads* ou processos?

Ao implementar um programa com várias tarefas:

- Colocar cada tarefa em um processo distinto
- Colocar tarefas como threads no mesmo processo
- Híbrido: usar vários processos com várias threads



# Usar *threads* ou processos?

| **Característica** | **Com processos** | **Com *threads* (1:1)** | **Híbrido** |
|---|---|---|---|
| Custo de criação de tarefas | alto | baixo | médio |
| Troca de contexto | lenta | rápida | variável |
| Uso de memória | alto | baixo | médio |
| Compartilhamento de dados entre tarefas | canais de comunicação e áreas de memoria compartilhada. | variáveis globais e dinâmicas. | ambos. |
| Robustez | um erro fica contido no processo. | um erro pode afetar todas as *threads*. | um erro pode afetar as *threads* no mesmo processo. |
| Segurança | cada processo pode executar com usuários e permissões distintas. | todas as *threads* herdam as permissões do processo onde executam. | *threads* com as mesmas permissões podem ser agrupadas em um mesmo processo. |
| Exemplos | Apache 1.*, PostGres | Apache 2.*, MySQL | Chrome, Firefox, Oracle |