Laboratório de Pesquisa em Redes e Multimídia

Threads e Threads em Java

(Aula 15)

Universidade Federal do Espírito Santo
Departamento de Informática

Fluxos de Execução

- Um programa seqüencial consiste de um único fluxo de execução, o qual realiza uma certa tarefa computacional.
  - A maioria dos programas simples tem essa característica: só possuem um único fluxo de execução. Por conseguinte, não executam dois trechos de código "simultaneamente".
- Grande parte do software de maior complexidade escrito hoje em dia faz uso de mais de uma linha de execução.

Exemplos de Programas

- Navegador (browser)
  - Consegue fazer o *download* de vários arquivos ao mesmo tempo, gerenciando as diferentes velocidades de cada servidor e, ainda assim, permitindo que o usuário continue interagindo, mudando de página enquanto os arquivos estão sendo carregados.
- Editor de textos
  - Permite que o usuário edite o arquivo enquanto ele ainda está sendo carregado do disco.
  - Processamento assíncrono (salvamento periódico)

Threads

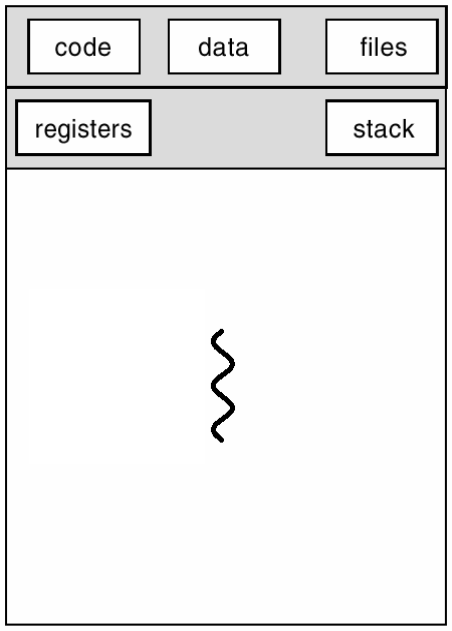
- Thread = "linha", "fio".
- Threads = fluxos de execução que rodam dentro de um processo.
  - Seqüência de instruções a serem executadas dentro de um programa.
- Thread = *lightweight process*
- *Thread* é uma abstração que permite que uma aplicação execute mais de um trecho de código (ex: mais de um método) simultaneamente.
  - Processos permitem ao S.O. executar mais de uma aplicação ao mesmo tempo.

Threads e Processos (1)

- Existem duas características fundamentais que são usualmente tratadas de forma independente pelo S.O.:
  - **Propriedade de recursos** ("*resource ownership*");
  - **Escalonamento** ("*scheduling / dispatching*").
- Propriedade de recursos:
  - Trata dos **recursos alocados** aos processos, e que são necessários para a sua execução.
    - Ex: De de tempos em tempos, o processo pode requerer mais memória, controlar arquivos, requerer dispositivos de E/S, etc.

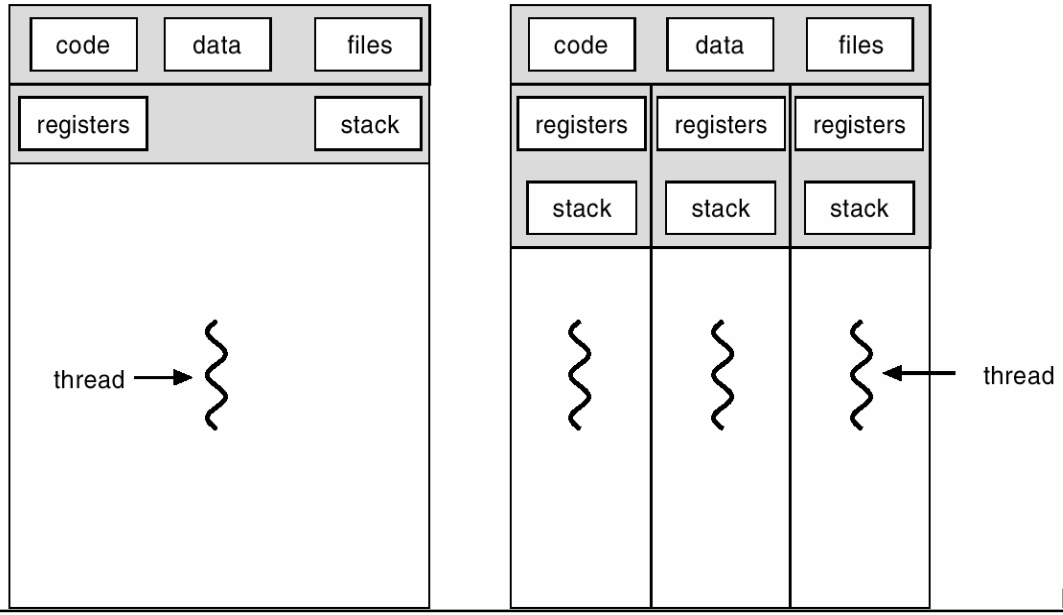
Threads e Processos (2)

- Escalonamento:
  - Relacionado à **unidade de despacho** do S.O.
  - Determina o fluxo de execução (trecho de código) que é executado pela CPU.
- Tradicionalmente o processo está associado a:
  - um programa em execução
  - um conjunto de recursos



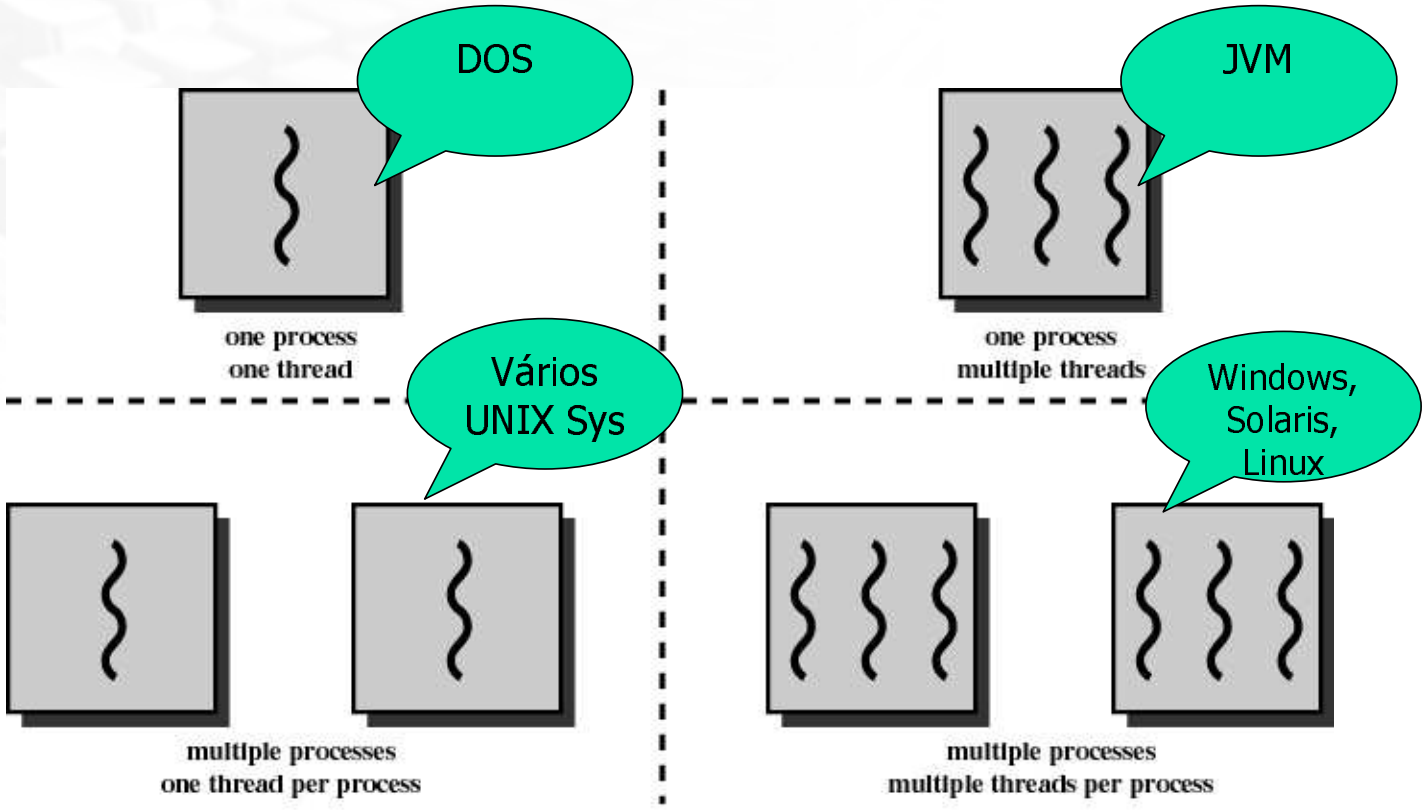
Threads e Processos (3)

- Em um S.O. multi-*threads*
  - Processos estão associados somente à propriedade de recursos, e *threads* às atividades de execução (i.e., *threads* constituem as unidades de despacho).



Threads e Processos (4)

Multithreading refere-se à habilidade do S.O. em suportar múltiplas threads de execução em um mesmo processo.



Multithreading (1)

- S.O.s multithreading permitem múltiplas threads de execução em um único processo.
- MS-DOS:
  - Suporta uma única *thread*.
- Unix "standard":
  - Suporta múltiplos processos mas apenas uma *thread* por processo.
- Windows 2000, Linux, Solaris,OS/2, Mach:
  - Suportam múltiplas *threads* por processo.

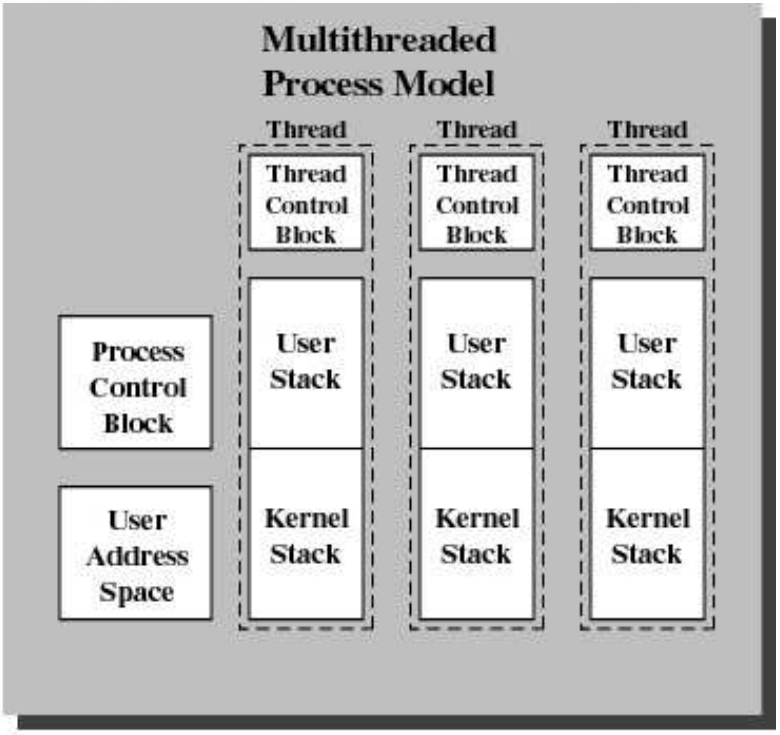
Multithreading (2)

- Em um ambiente *multithreaded*, um processo:
  - é a unidade de alocação e proteção de recursos;
  - tem um espaço de endereçamento virtual que mantém a imagem do processo;
  - tem acesso controlado a outros processos, arquivos e outros recursos.

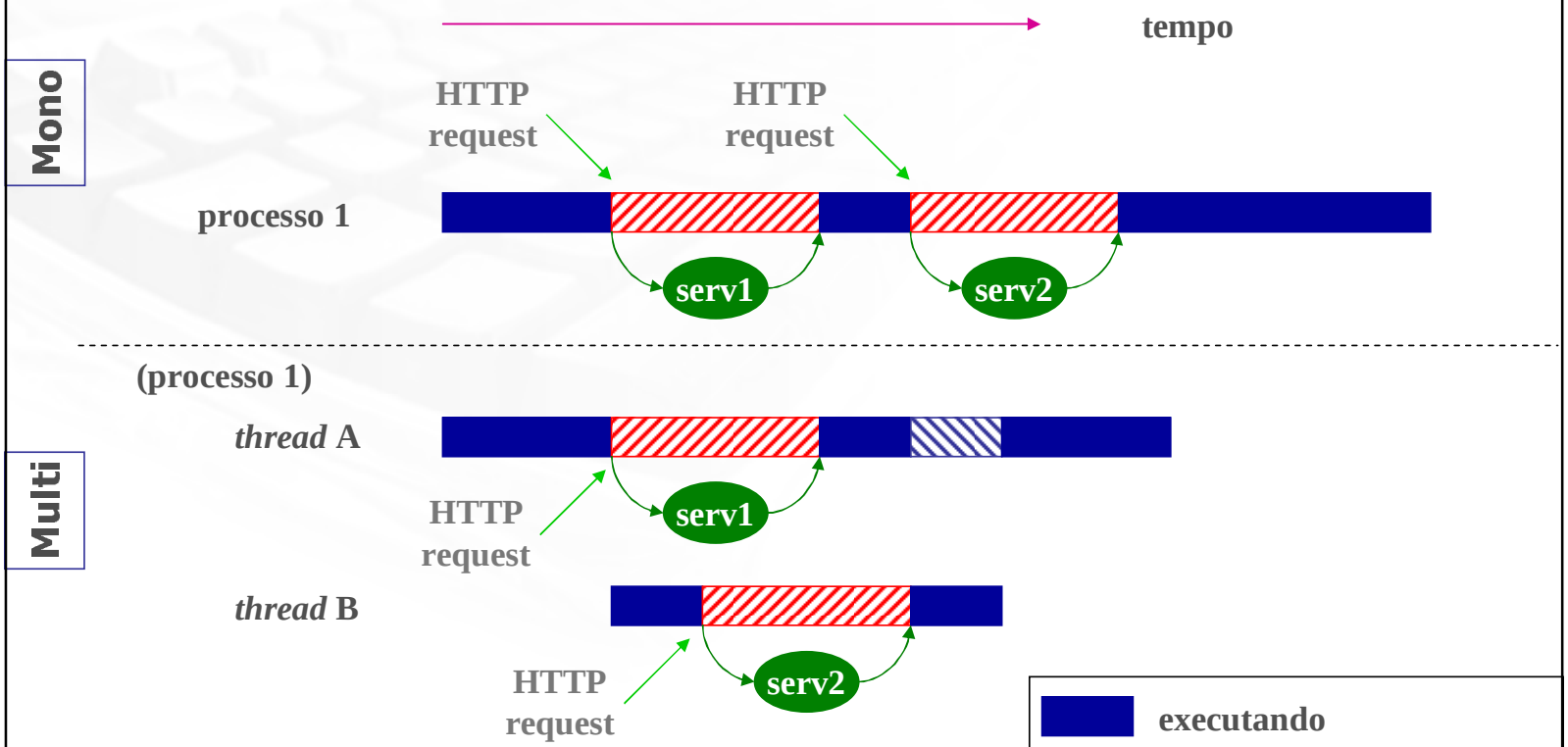
Multithreading (3)

- Já uma *thread* apresenta:
  - um estado de execução (pronta, bloqueada,...).
  - um contexto salvo quando não estiver executando.
  - uma pilha de execução.
  - acesso a variáveis locais próprias.
  - acesso compartilhado com outras *threads* do processo aos recursos do mesmo.

Multithreading (4)



Processos Mono e Multithreaded - Exemplo

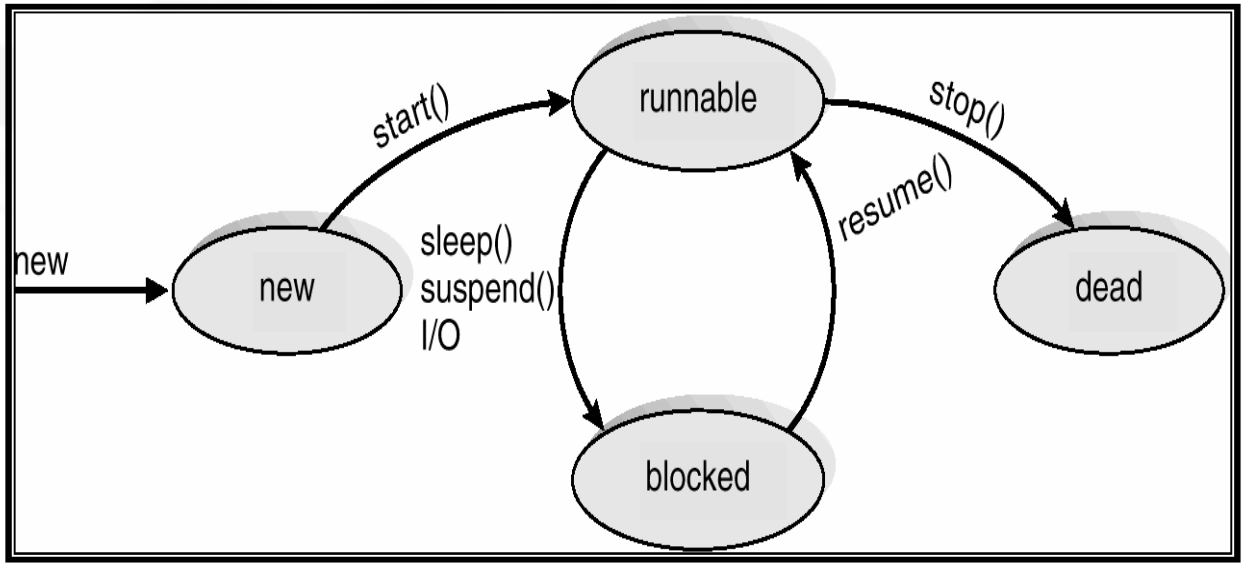


Benefícios das Threads

- É mais rápido criar uma *thread* do que um processo.
- É mais rápido terminar uma *thread* que um processo.
- É mais rápido chavear entre *threads* de um mesmo processo do que entre processos.
- *Threads* podem se comunicar sem invocar o núcleo já que compartilham memória e arquivos.
- Permite paralelismo de atividades e melhor organização do programa.

Estados de uma Thread (1)

- Estados fundamentais: executando, pronta e bloqueada



Estados de uma Thread (2)

- Thread pode bloquear sem bloquear as outras threads do mesmo processo?
- Suspender um processo implica em suspender todas as *threads* deste processo (considerando que todas as threads compartilham o mesmo espaço de endereçamento)?
  - *Swapping*
- O término de um processo implica no término de todas as *threads* do processo.

Tipos de Threads

- A implementação de threads pode ser feita em um dos seguintes níveis:
  - Nível de usuário: *user-level threads* (ULTs)
  - Nível de kernel: *kernel-level threads* (KLTs)
    - Apenas em S.O.s c/ suporte a multithreading

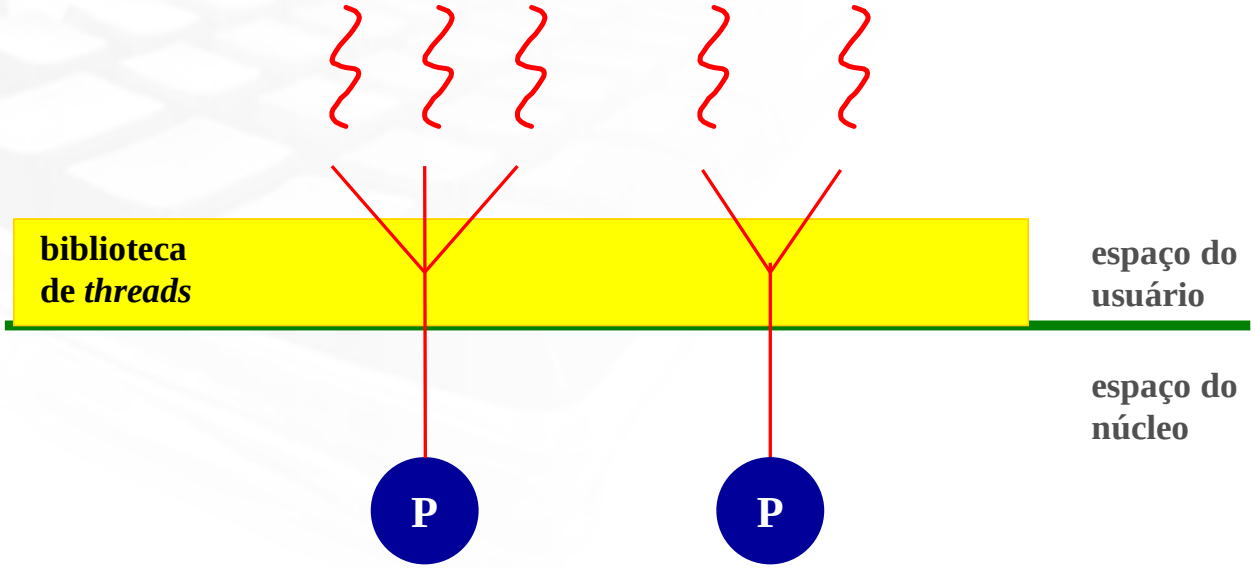
User-level Threads (1)

- O gerenciamento das *threads* é feito pela aplicação
- O núcleo desconhece a existência de *threads.*
- O chaveamento entre *threads* não requer privilégio de modo kernel
  - Isso elimina o gasto de dois chaveamentos de modo.
- O escalonamento é feito pela aplicação
  - Um processo pode aplicar sua própria política de escalonamento entre threads

User-level Threads (2)

- São implementadas através de bibliotecas (executam em qualquer S.O.).
- Chamada ao sistema bloqueia todas as *threads* de um processo.
- Não aproveita os benefícios do multiprocessamento.
- Exemplos:
  - POSIX *Pthreads,* Mach *C-threads* e Solaris *threads*.

User-level Threads (3)



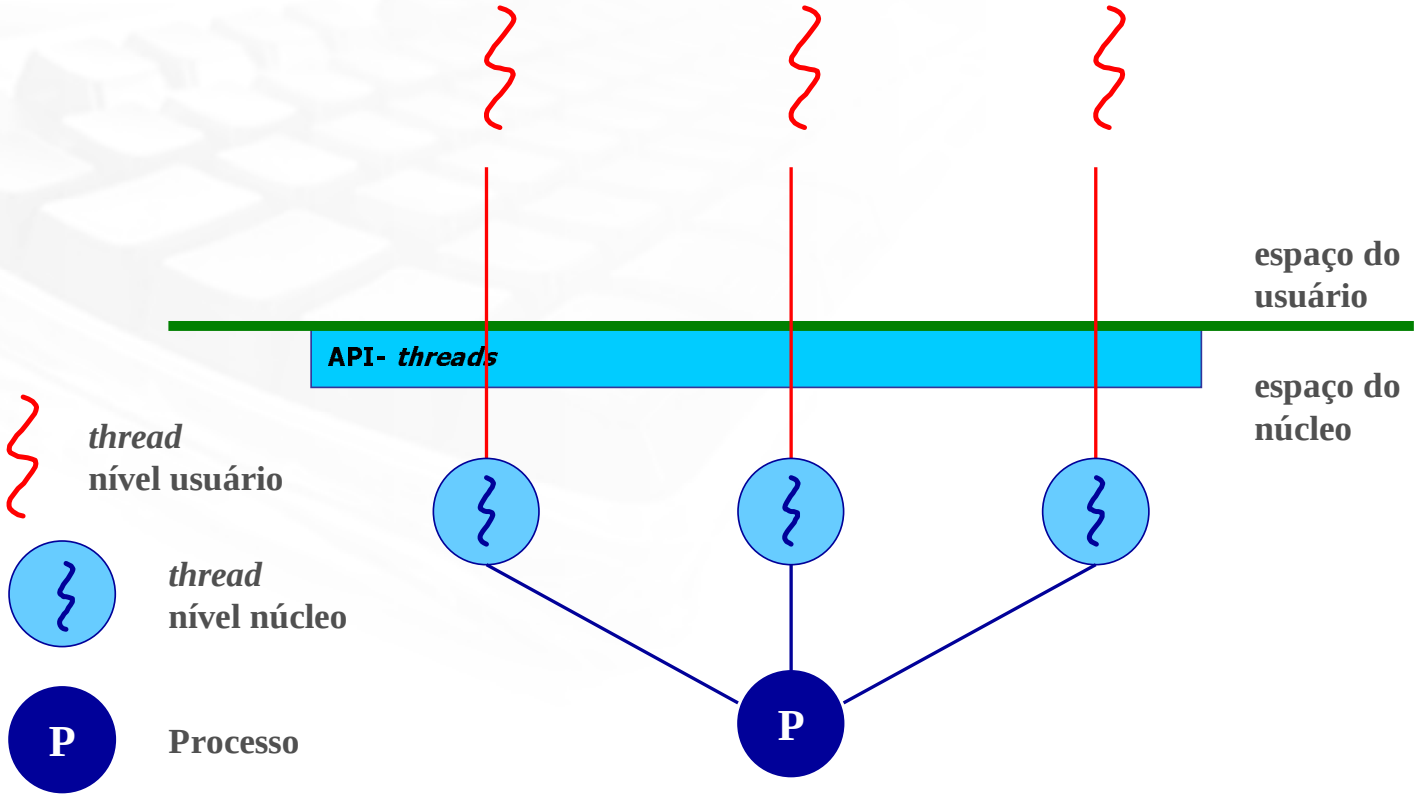
Kernel-level Threads (1)

- O gerenciamento das *threads* é feito pelo kernel.
- O kernel mantém a informação de contexto para processo e *threads.*
- O chaveamento das *threads* é feito pelo kernel (escalonamento "*thread-basis*").
  - O bloqueio de uma *thread* não implica no bloqueio das outras *threads* do processo
  - As *threads* podem aproveitar a capacidade de multiprocessamento

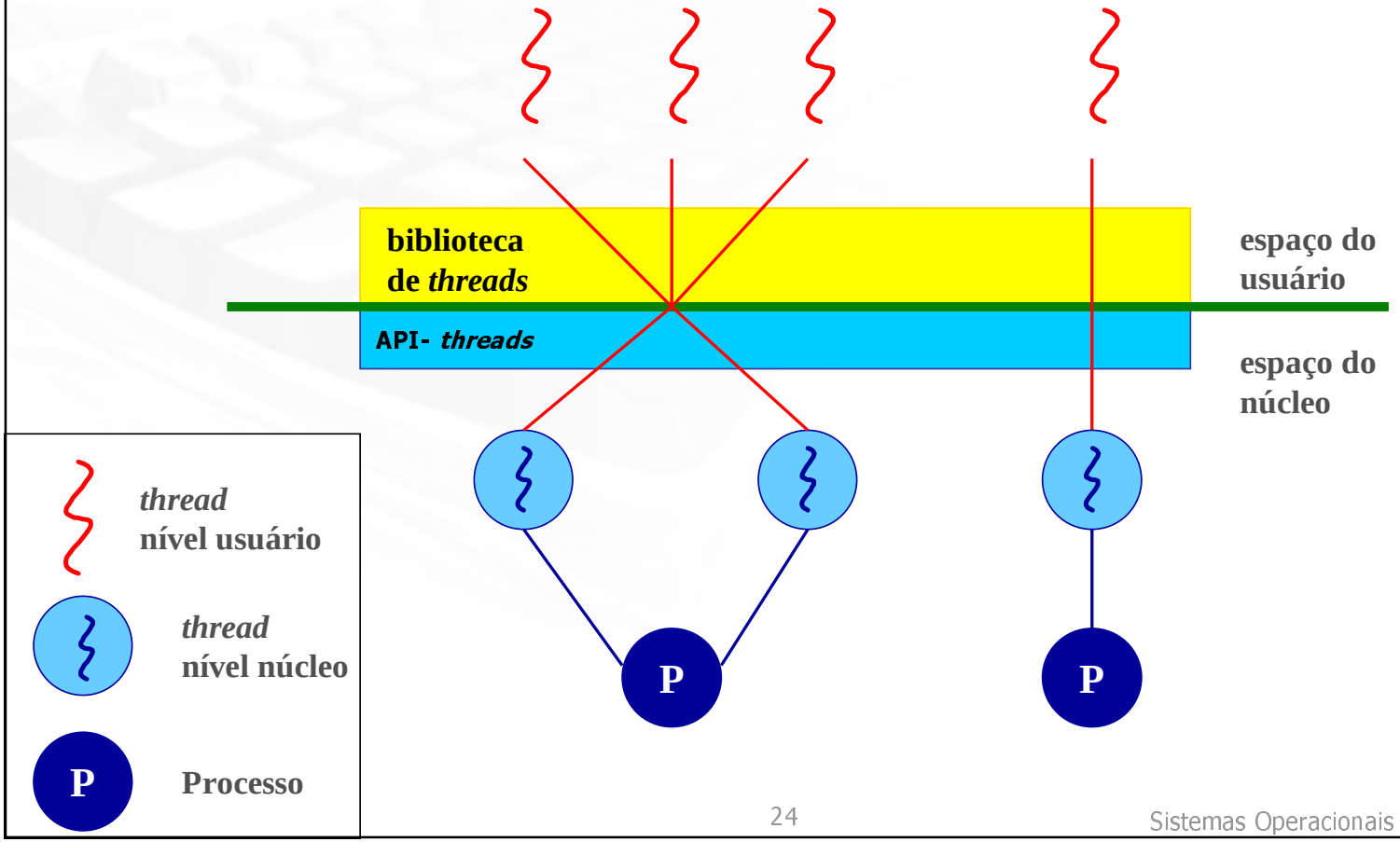
Kernel-level Threads (2)

- O usuário enxerga uma API para *threads* do núcleo
  - Não há código de gerenciamento de threads na área da aplicação
- ... porém a transferência de controle entre *threads* de um mesmo processo requer chaveamento para modo *kernel*.
- Windows 2K, Linux, e OS/2 são exemplos desta abordagem.

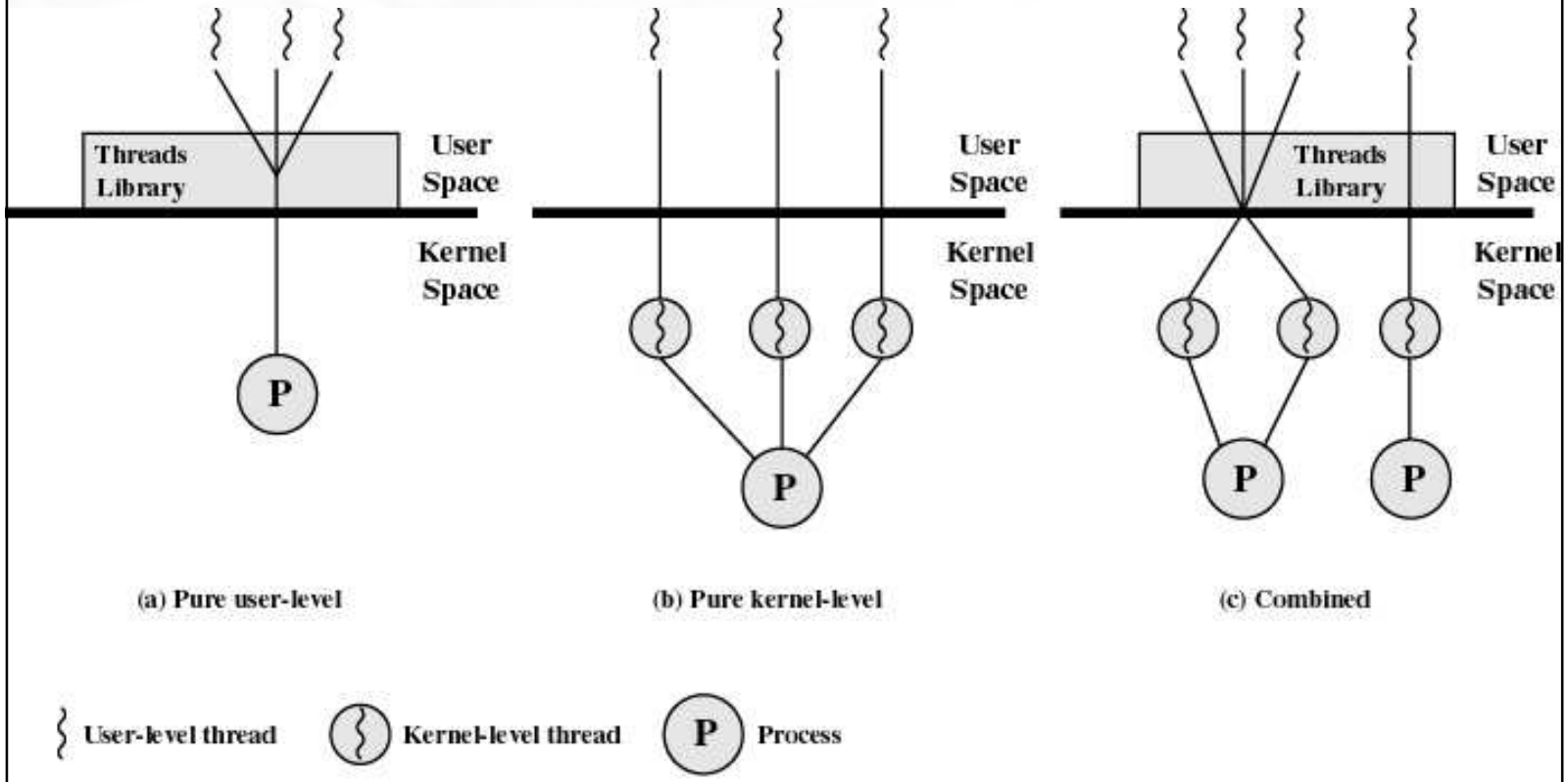
Kernel-level Threads (3)



Combinando Modos (Solaris)

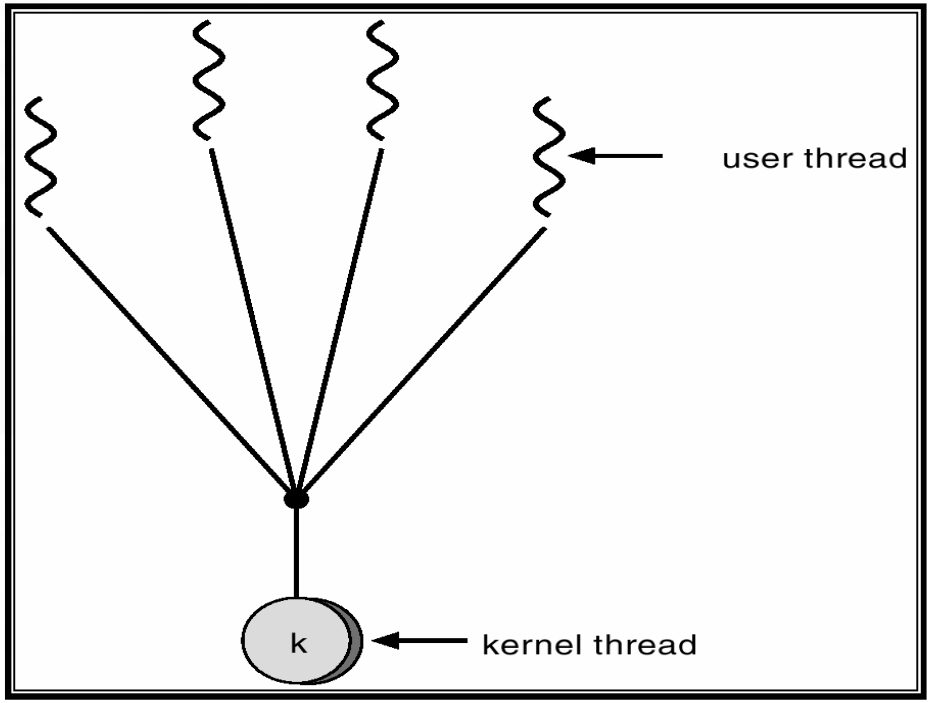


User-level e Kernel-level Threads



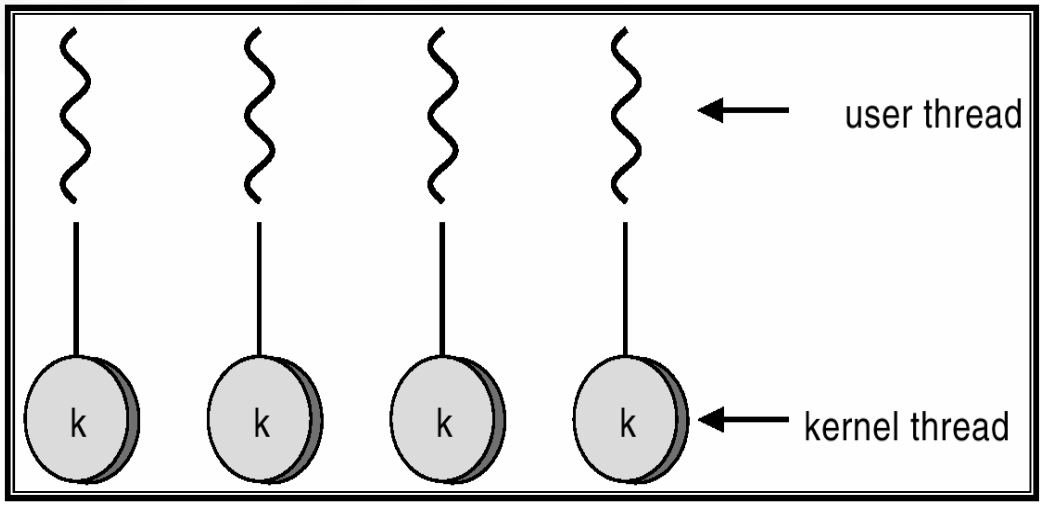
Modelo Muitos-para-Um

- Muitas *user-level threads* mapeadas em uma única *kernel thread*.
- Modelo usado em sistemas que não suportam *kernel threads*.



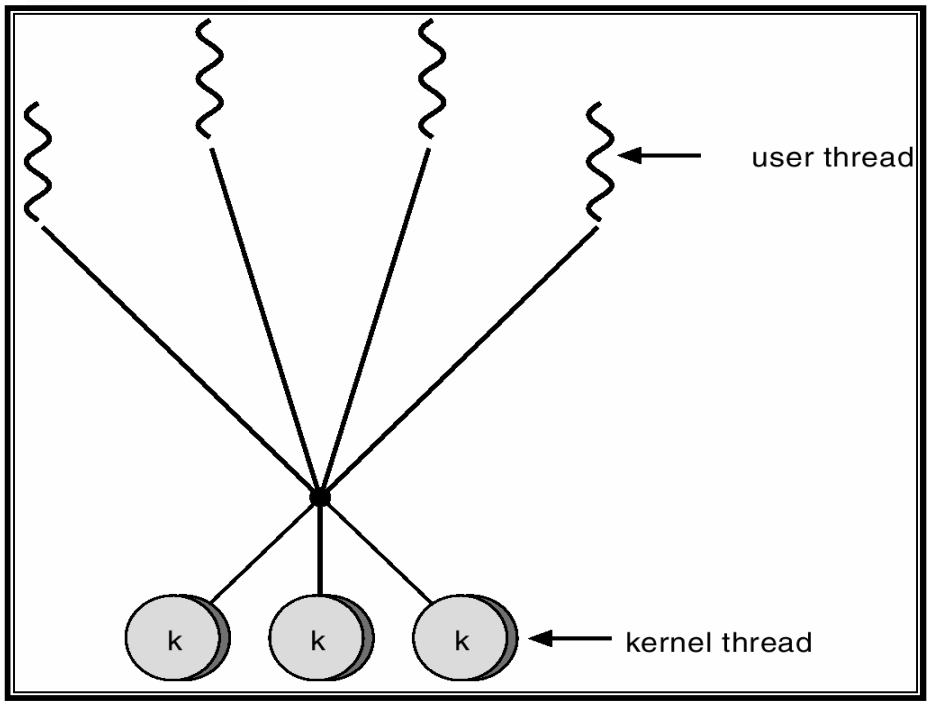
Modelo Um-para-Um

- Cada *user-level thread* é mapeada em uma única *kernel thread*.
- Exemplos: Windows 95/98/NT/2000 e OS/2



Modelo Muitos-para-Muitos

- Permite que diferentes *user-level threads* de um processo possam ser mapeadas em *kernel threads* distintas.
- Permite ao S.O. criar um número suficiente de *kernel threads*.
- Exemplos: Solaris 2, Tru64 UNIX's Windows NT/2000 com o *ThreadFiber* package.



Pthreads

- API padrão POSIX (IEEE 1003.1c) para a criação e sincronização de *threads* (*user-level threads*).
- A API especifica o comportamento da biblioteca de *threads* (a implementação é tarefa do desenvolvedor da biblioteca).
- Comum em sistemas operacionais UNIX.
- Ex: pacote *LinuxThreads, que implementa o padrão pthreads* - *http://pauillac.inria.fr/~xleroy/linuxthreads/*

Windows 2000 Threads

- Implementa o modelo de mapeamento um-para-um.
- Cada *thread* contém:
  - um *thread id*
  - um *register set*
  - áreas separadas para *user stack* e *kernel stack*
  - área para armazenamento de dados privados.

Linux Threads

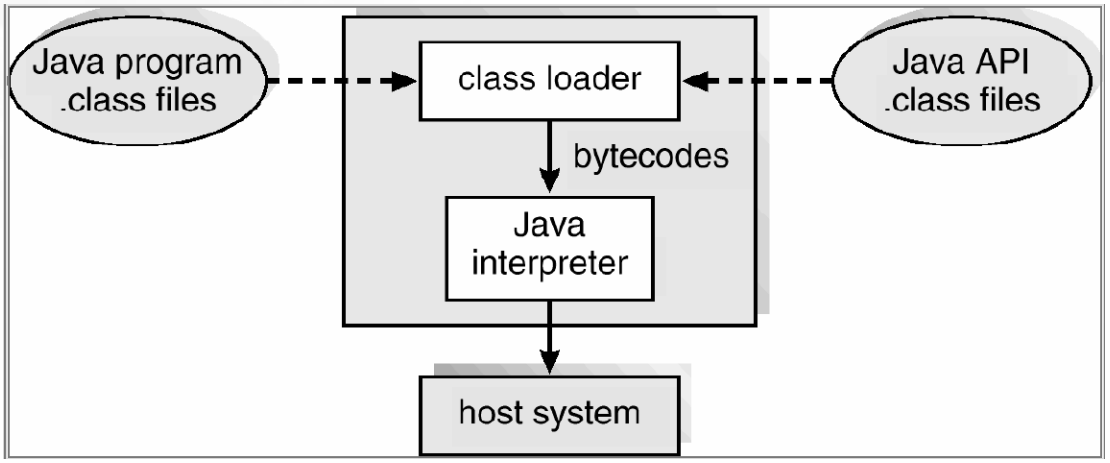
- No Linux as *threads* são referenciadas como *tasks* (tarefas).
- Implementa o modelo de mapeamento um-para-um.
- A criação de threads é feita através da SVC (chamada ao sistema) *clone()*.
- *Clone()* permite à tarefa filha compartilhar o mesmo espaço de endereçamento que a tarefa pai (processo).
  - Na verdade, é criado um novo processo, mas não é feita uma cópia, como no fork();
  - O novo processo aponta p/ as estruturas de dados do pai

Java Threads

- Difícil de classificar com user thread ou kernel thread
- As threads Java são gerenciadas pela JVM.
- Threads em Java podem ser criadas das seguintes maneiras:
  - Fazendo "extend" da classe Thread.
  - Implementando a interface Runnable.
- A JVM só suporta um processo
  - Criar um novo processo em java implica em criar uma nova JVM p/ rodar o novo processo

Java

- Componentes:
  - Especificação da linguagem de programação
  - API Java
  - JVM: Máquina Virtual Java
- JVM:



JVM

- Programas Java compilados são bytecodes independentes de plataforma de execução da JVM
- A JVM consiste de:
  - Carregador de classes (Class loader)
  - Verificador de classes (Class verifier)
  - Interpretador runtime (Runtime interpreter)

Java Threads

- Toda aplicação Java tem pelo menos uma thread (sem considerar o system thread)
- Do ponto de vista do desenvolvedor, o programa começa com uma thread, chamada de *main thread*.
- A main thread cria novas threads.

Java Threads (2)

- Cada thread é associada com uma instância da classe Thread.
- Duas estratégicas possíveis para criar uma thread:
  - Instanciando a classe Thread;
  - Delegando criação/gerência da thread para "executor" (high-level concurrency objects)

Exemplo de criação de Thread em Java

- A aplicação que cria instância de Thread deve fornecer o código a ser executado na thread.
- Passando um objeto Runnable para o construtor da classe Thread:

```
public class HelloRunnable implements Runnable {
   public void run() {
       System.out.println("Hello from a thread!");
   }
   public static void main(String args[]) {
       (new Thread(new HelloRunnable())).start();
} }
```

Exemplo de criação de Thread em Java (2)

- Fazendo subclass de Thread (que também implementa Runnable)

```
public class HelloThread extends Thread {
   public void run() {
       System.out.println("Hello from a thread!");
   }
   public static void main(String args[]) {
       (new HelloThread()).start();
   }
}
```

Manipulando Threads em Java

- Thread.sleep(t)
  - Faz com que a thread suspenda a execução por um período.
- Thread.interrupted()
  - Interrompe a execução corrente da thread (para terminar ou para fazer outra coisa)
- t.join()
  - Faz com a thread que esteja executando suspenda para que a thread t execute (até terminar).

Próxima aula

- Sincronização de threads em Java
- Segundo trabalho de programação