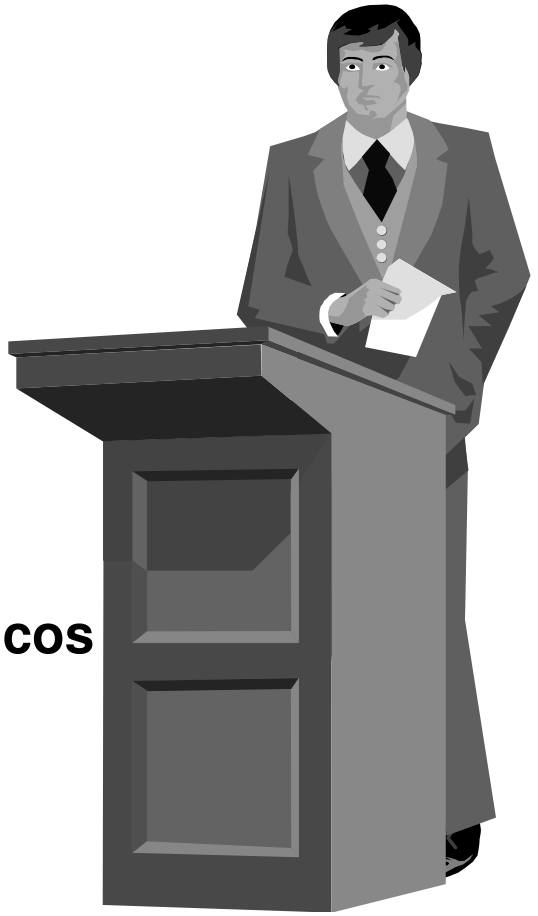
Threads



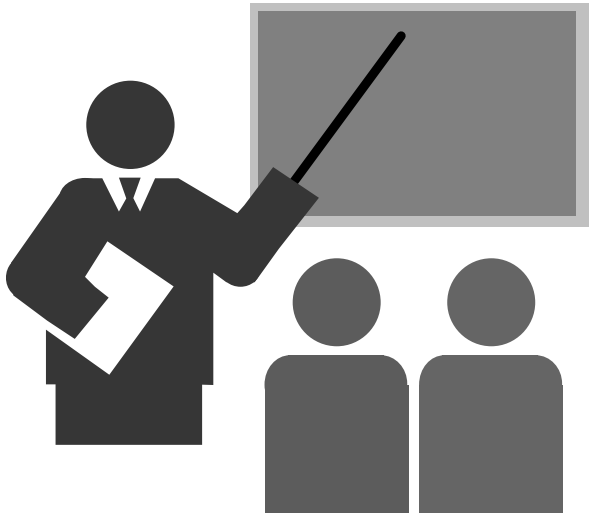
Volnys Borges Bernal
volnys@lsi.usp.br

Departamento de Sistemas Eletrônicos
Escola Politécnica da USP

Agenda

- Processo
- *Threads*
  - Interface de *threads*
  - Uso de *threads*
- Interfaces de *threads*
- Uso de *threads*
- *Threads* de usuário x *threads* de núcleo
  - *Threads* de usuário
  - *Threads* de núcleo
  - Soluções híbridas

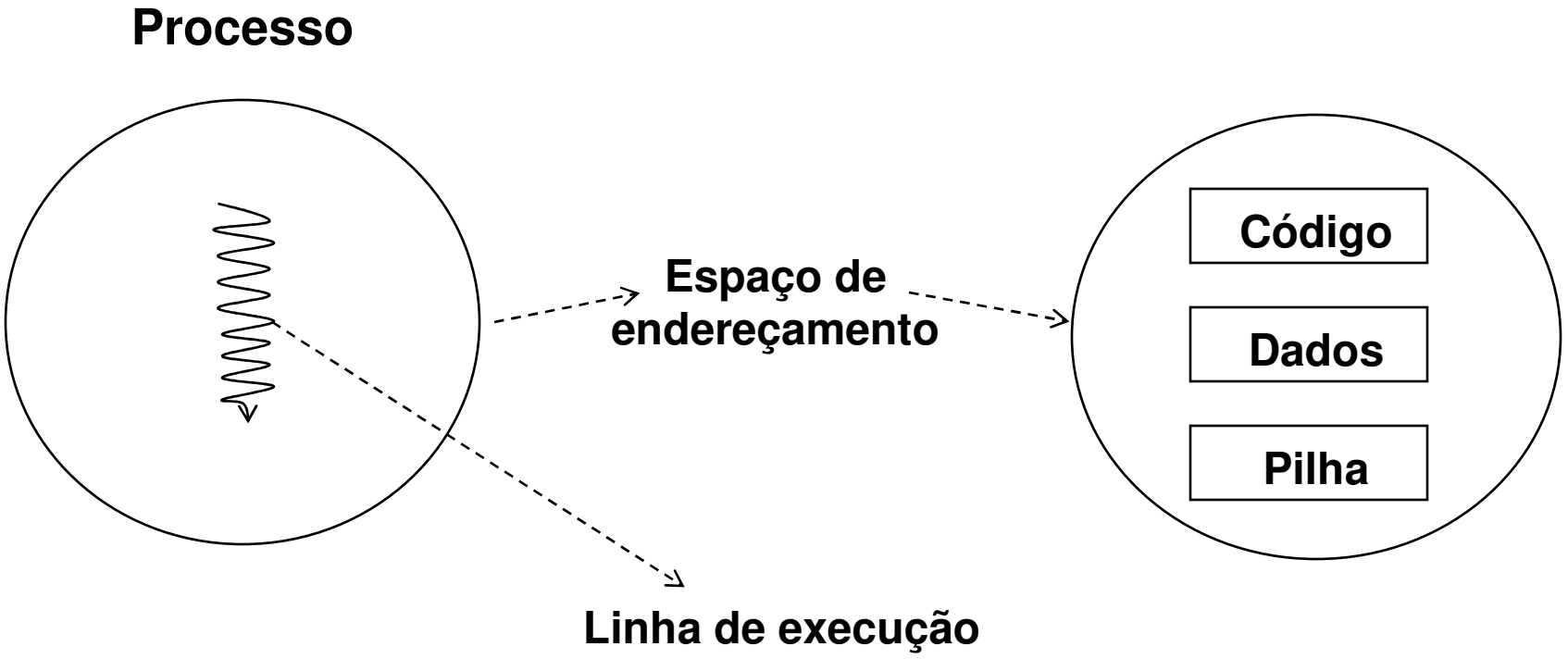
Processo



Processo

- **Composto por:**
  - **Contexto de software**
    - Espaço de endereçamento
      - Área de código
      - Área de dados
      - Área da pilha de execução
    - Informações de controle mantidas pelo S.O
      - Identificação do processo (pid)
      - Identificação do usuário dono do processo
      - Identificação do terminal do qual foi disparado
      - Estado do processo
      - Arquivos abertos
      - ...
  - **Contexto de hardware (valores dos registradores)**
      - PC (program counter - contador de programa)
      - SP (stack pointer – ponteiro para a pilha de execução)
      - ST (status – estado)
      - Registradores de números inteiros e ponto flutuante

Processo

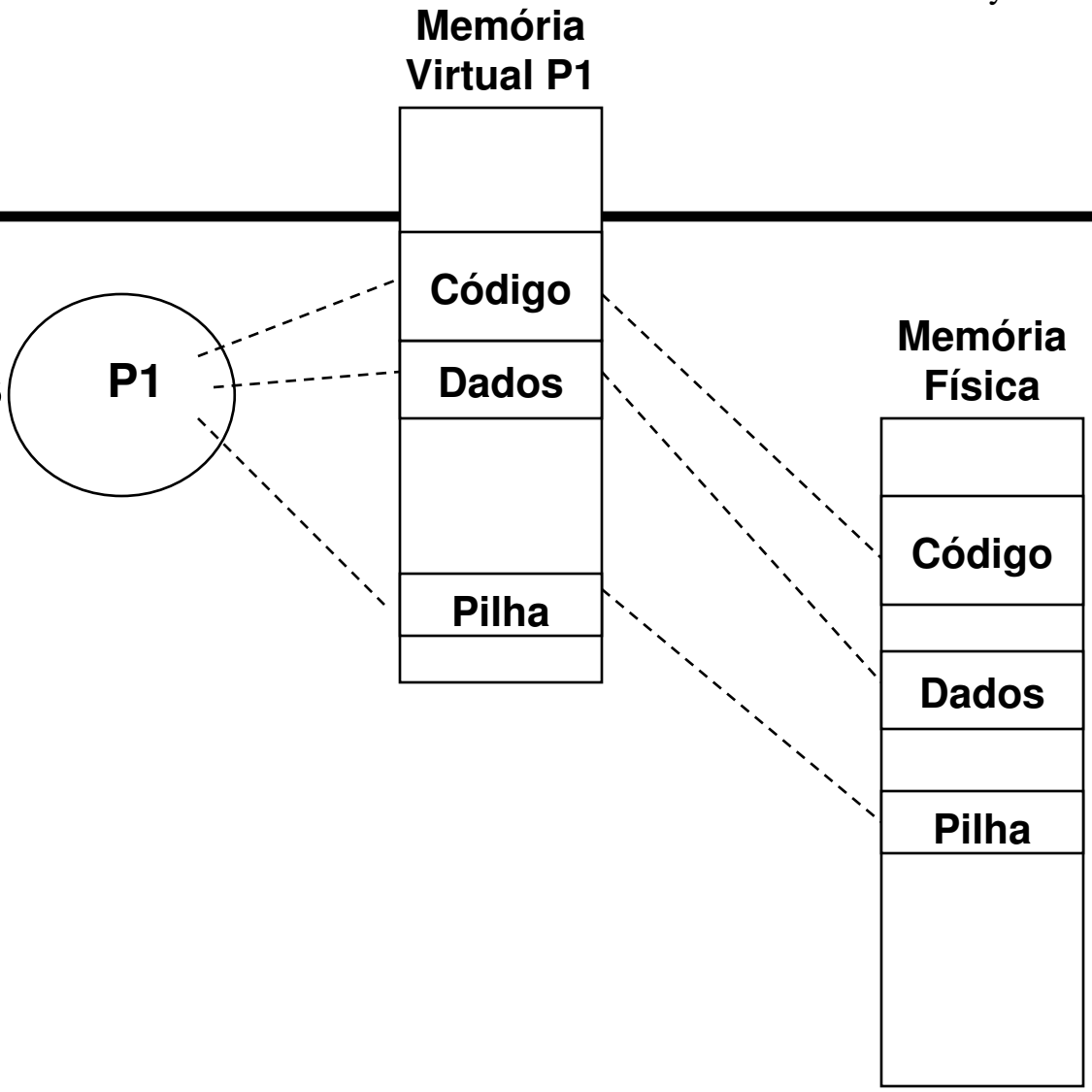

Processo
Espaço de endereçamento
Código
Dados
Pilha
Linha de execução

Processo

- **Um processo tradicional:**
  - **Um único thread (linha de execução)**
  - **Que executa sobre um espaço de endereçamento próprio**
- **Espaço de endereçamento**
  - **Área de código**
  - **Área de dados**
  - **Área da pilha de execução**
- **Linha de execução**
  - **Seqüência de instruções executadas**
  - **Controlada pelo pelo registrador PC (*Program Counter*)**
  - **Em decorrência do estado do contexto**
    - áreas de mémória, valores de registradores, etc

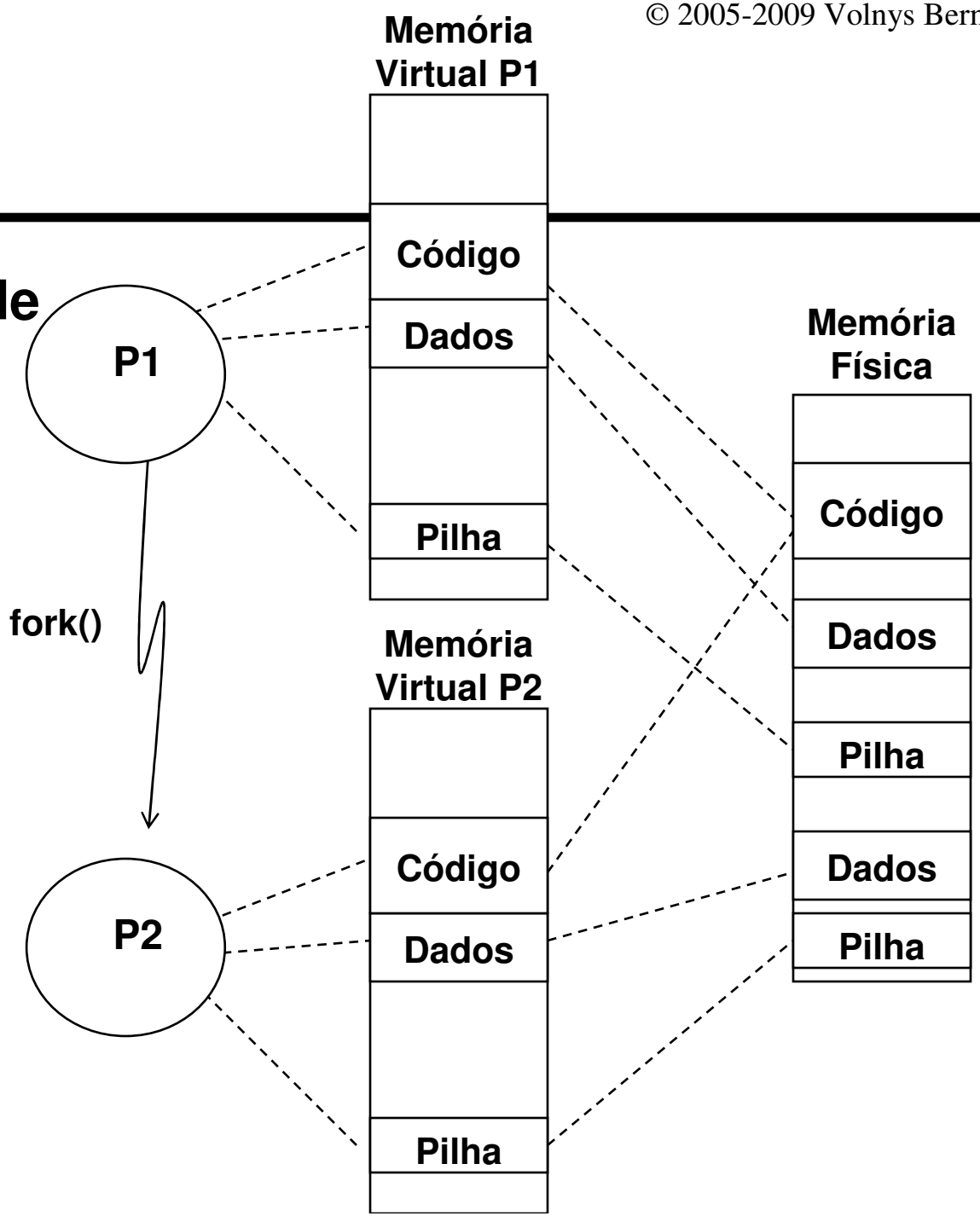
Processo

- Duplicação de processos

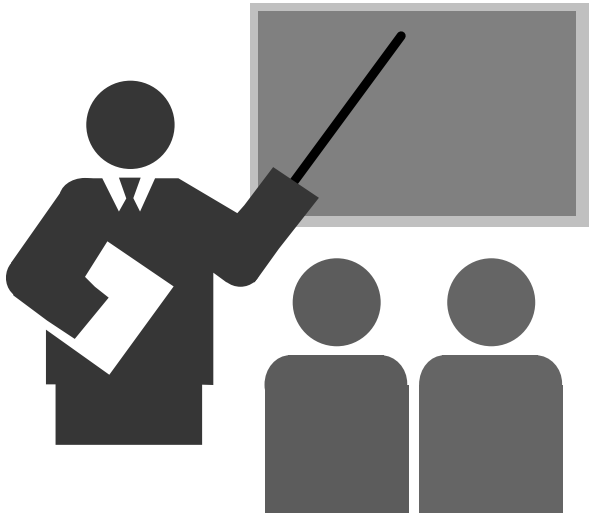


Processo

- Duplicação de processos



Thread

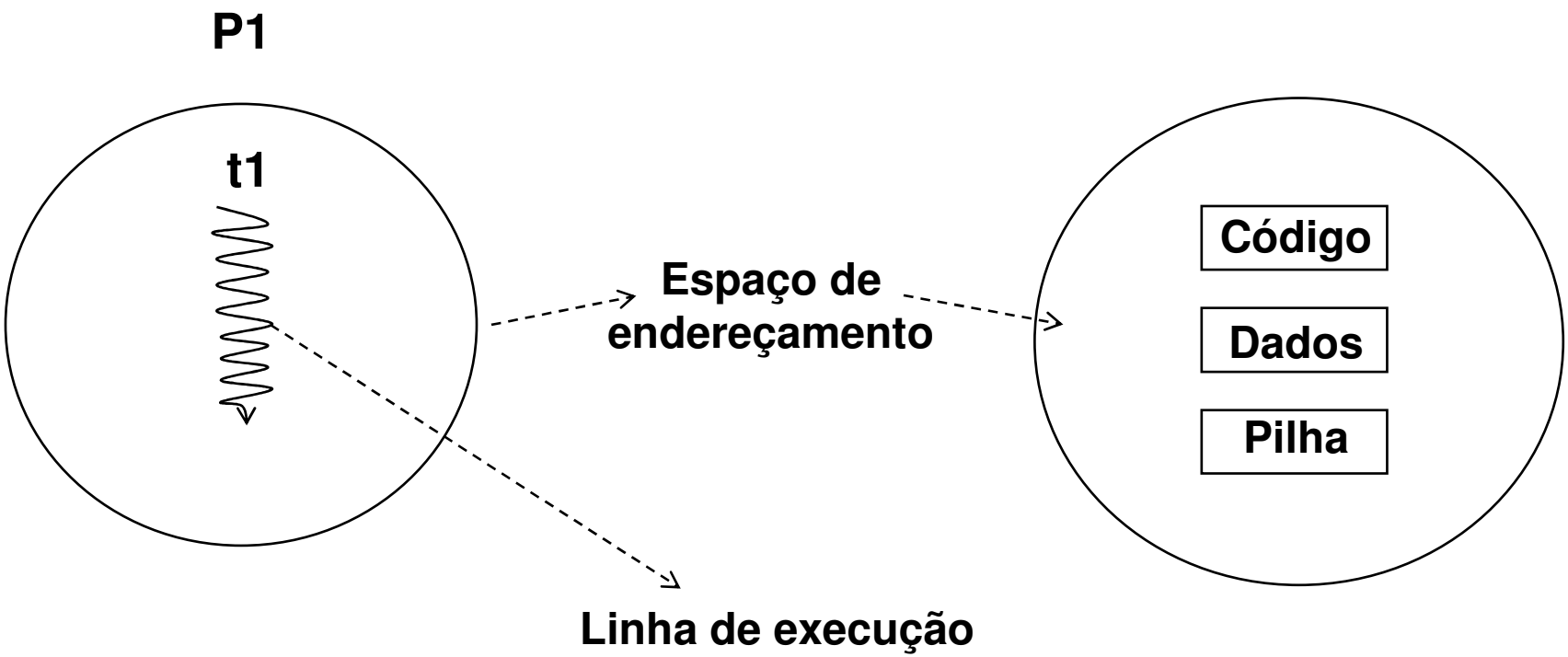


Thread

- ***Thread* = Linha de execução**
- **O que é?**
  - **Componente do processo relacionado ao fluxo de execução**
  - **Thread permite separar os componentes relacionados ao fluxo de execução dos outros componentes de um processo.**
- **Em sistemas operacionais modernos:**
  - **Um processo pode ser composto por um ou mais *threads***
  - **Alguns recursos ficam associados ao processo, outros a cada *thread***
- **Os recursos dependentes diretamente da execução ficam associados ao *thread*:**
  - **Informações de controle do *thread***
    - Identificação do *thread*
    - Área para salvamento de registradores
    - Estado do *thread*
  - **Registradores de CPU**
  - **Área da pilha de execução**

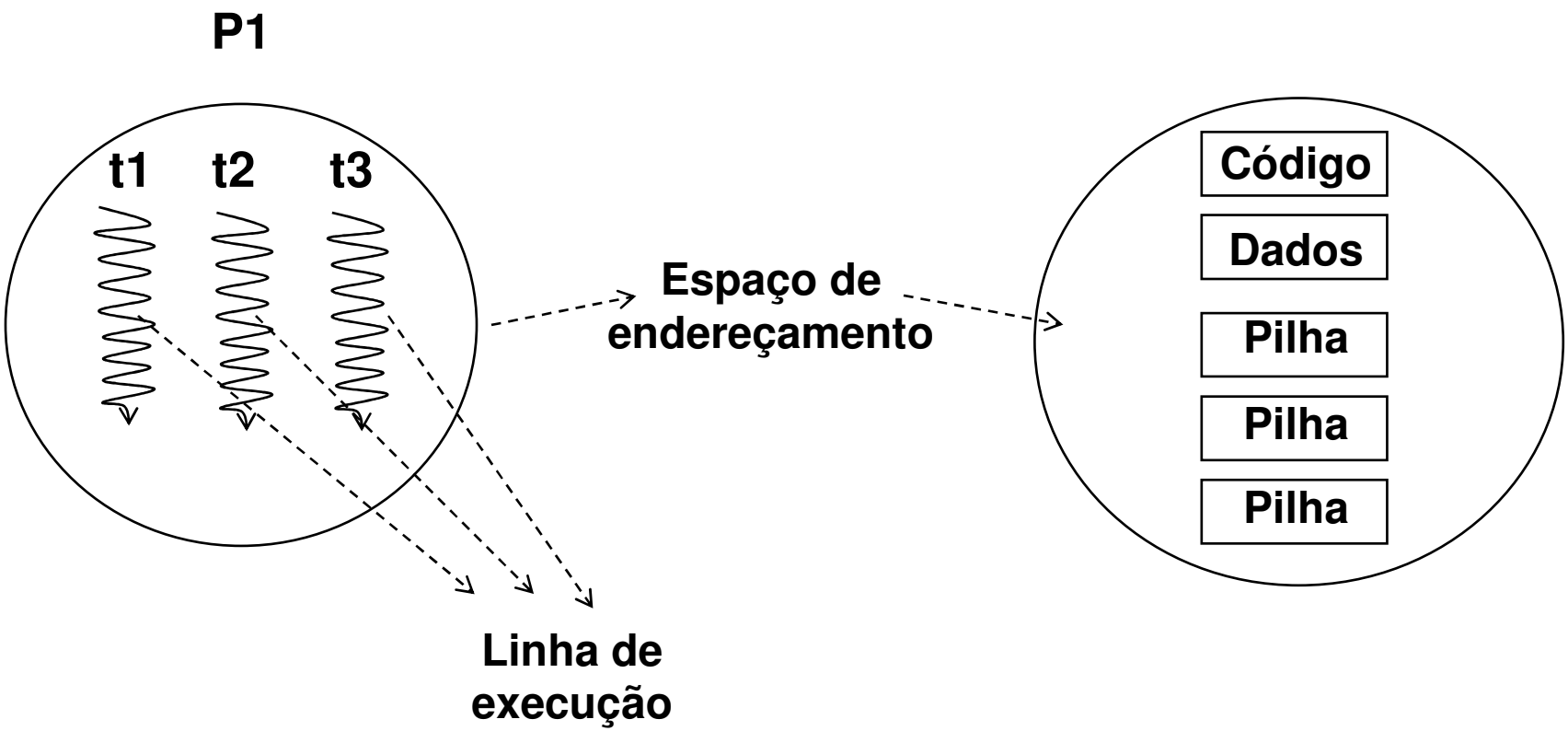
Thread

- **Um processo com um único *thread***



Thread

- **Um processo com vários *threads***



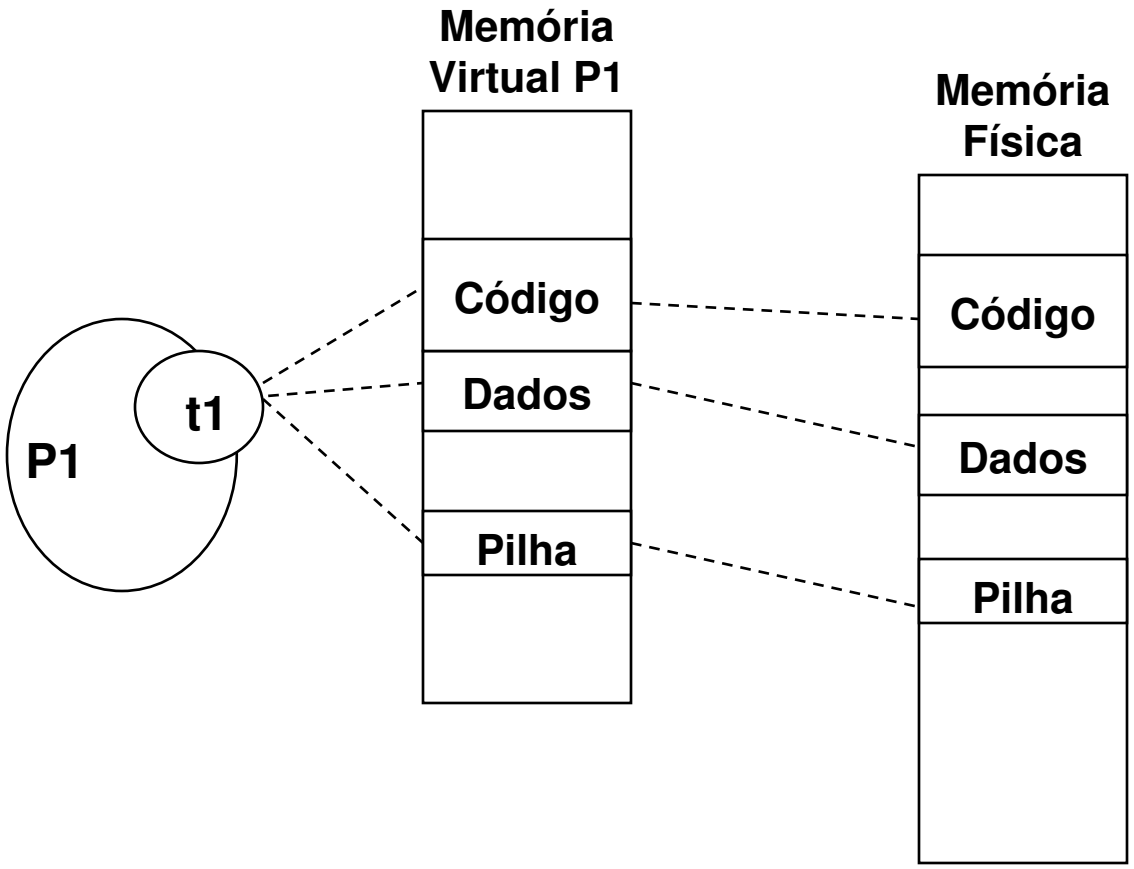
Thread

- Ítens associados ao processo
  - Identificação do processo
  - Espaço de endereçamento
  - *Threads*
  - Arquivos abertos
  - Processos filhos
  - Alarmes
  - Sinais e tratadores de sinais
  - Informações de contabilidade

- Itens associados ao *thread*
  - Identificação do thread
  - Registradores da CPU
  - Área da pilha de execução
  - Estado

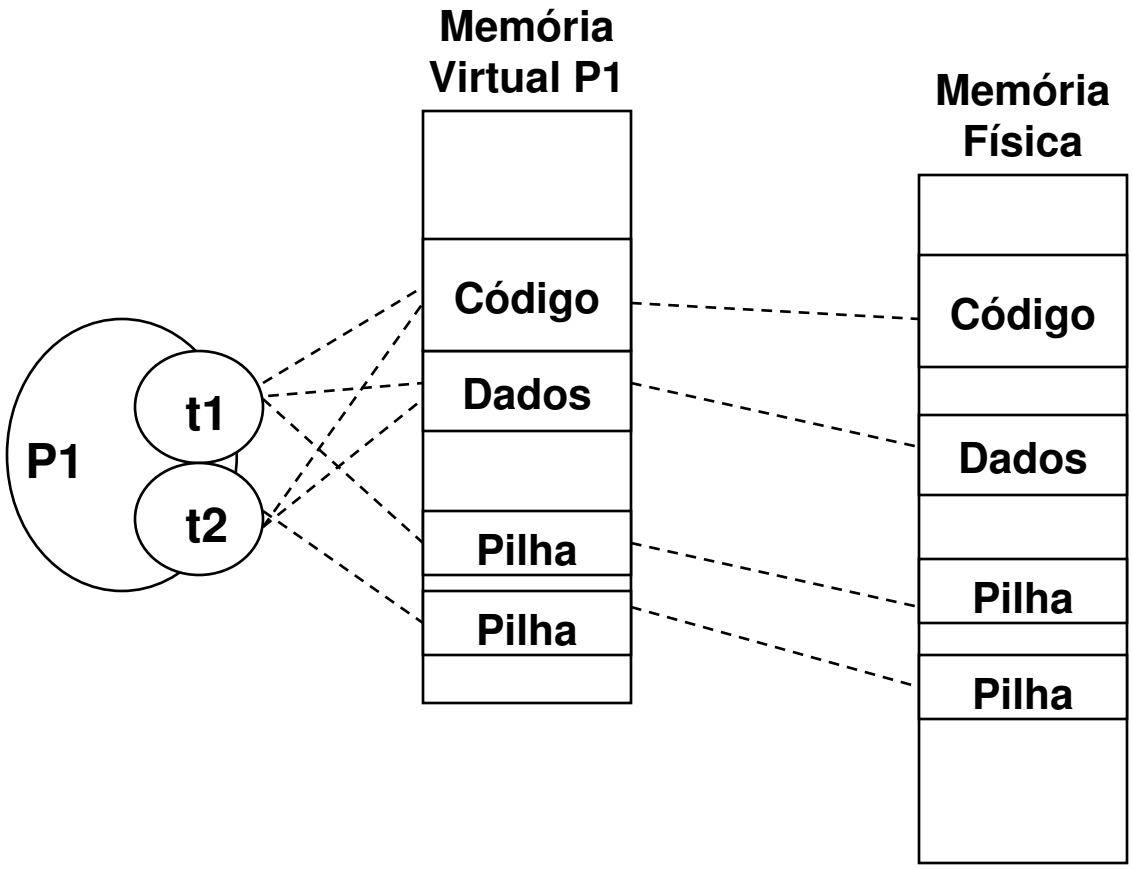
Thread

- **Duplicação de *threads***



Thread

- **Duplicação de *threads***



Thread

- **O estado de um processo é, na verdade, o estado do *thread* principal**

- **Estados de um thread:**
  - **Pronto**
  - **Executando**
  - **Bloqueado**
  - **Terminado**

- **Hardware**
  - **Monoprocessador**
    - Concorrência entre *threads*
  - **Multiprocessador com memória compartilhada**
    - Concorrência e paralelismo entre *threads*

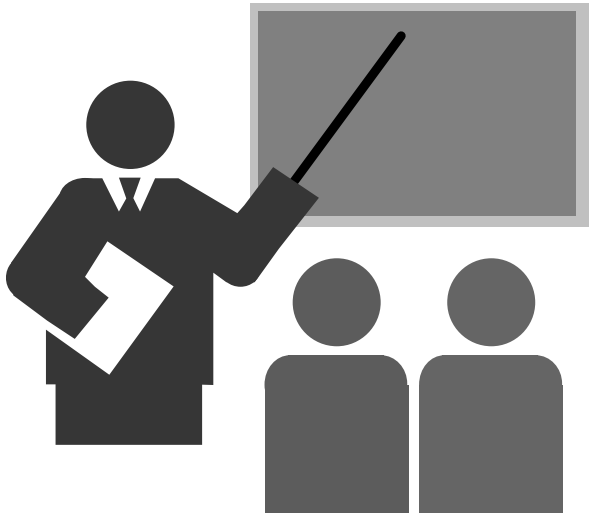
Thread

- ***Threads* compartilham espaço de endereçamento do processo!**

  - **Compartilham**
    - Área de código
    - Área de dados
    - Áreas da pilha de execução (de todos os threads)

  - **Importante observar:**
    - Apesar do thread possuir sua própria pilha de execução ele tem acesso às pilhas de todos os threads
    - Área de dados é compartilhada

Exercício



Exercicio

(1) Compile o programa "mythread.c" utilizando a biblioteca libpthread:

```
cc -o mythread mythread.c –lpthread
```

(2) Execute o programa mythread e verifique o resultado da execução:

```
./mythread
```

(3) Responda:

(a) Quantos threads existem executando simultaneamente após o disparo dos threads?

(b) A variavel "i" e' local ou global?

(4) Altere o programa e redefina a variavel "i" como sendo global. Qual o comportamento do programa? Explique!

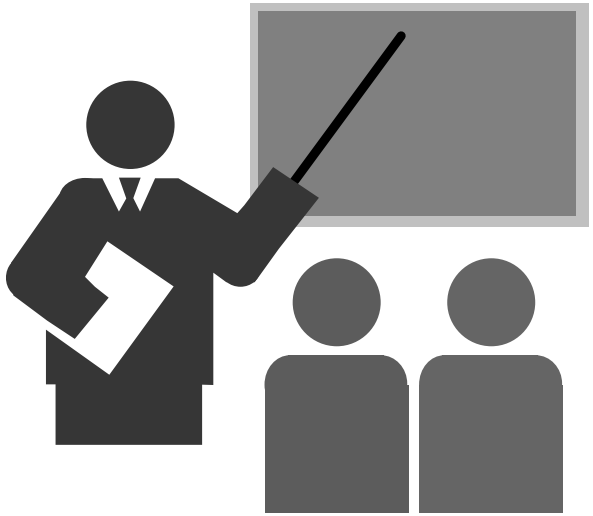
Exercício

```
//Programa mythread.c

imprimir_msg(char *nome)
    {
    int i=0;
    while (i<10)
          {
          printf("Thread %s - %d\n", nome, i);
          i++;
          sleep(2);
          }
    printf("Thread %s terminado \n", nome);
   }

int main()
    {
    pthread_t thread1;
    pthread_t thread2;
    printf("Programa de teste de pthreads \n");
    printf("Disparando primeiro thread\n");
    pthread_create(&thread1, NULL, (void*) imprimir_msg,"thread_1");
    printf("Disparando segundo thread\n");
    pthread_create(&thread2, NULL, (void*) imprimir_msg,"thread_2");
    pthread_join(thread1,NULL);
    pthread_join(thread2,NULL);
    printf("Terminando processo");
    }
```

Exercício

```
//Programa mythread.c modificado

int i = 0;

imprimir_msg(char *nome)
    {
    int i = 0; ← REMOVER !
    while (i<10)
          {
          printf("Thread %s - %d\n", nome, i);
          i++;
          sleep(2);
          }
    printf("Thread %s terminado \n", nome);
   }

int main()
    {
    pthread_t thread1;
    pthread_t thread2;
    printf("Programa de teste de pthreads \n");
    printf("Disparando primeiro thread\n");
    pthread_create(&thread1, NULL, (void*) imprimir_msg,"thread_1");
    printf("Disparando segundo thread\n");
    pthread_create(&thread2, NULL, (void*) imprimir_msg,"thread_2");
    pthread_join(thread1,NULL);
    pthread_join(thread2,NULL);
    printf("Terminando processo");
    }
```

Interfaces de threads



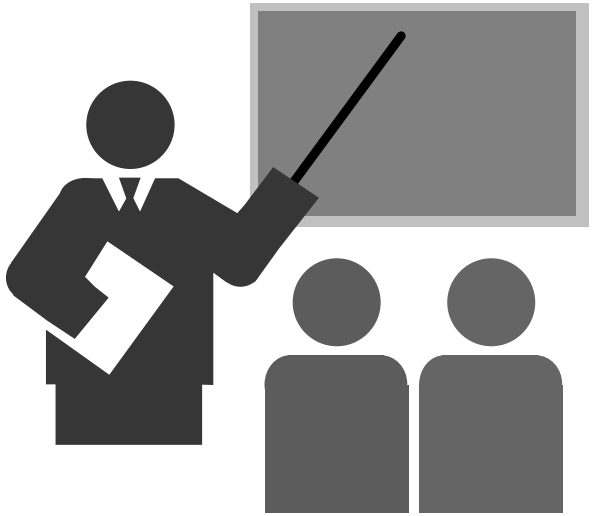
Interfaces de Threads

- **Existem várias interfaces para manipulação de threads**
  - **Pthreads (IEEE POSIX 1003.1c)**
  - **Cthreads (OSF/Mach)**
  - **User Level Threads (Solaris)**
  - **Light Weight Process (Solaris)**
  - **etc**

Interfaces de Threads

- **Interface pthreads**
  - **Chamadas básicas para controles de threads:**
    - Pthread_create()
      - Cria um novo thread para o mesmo processo
    - Pthread_exit()
      - Termina o thread
    - Pthread_join()
      - Aguarda um thread terminar
    - Pthread_yield()
      - Libera o processador para outro thread

Uso de threads



Uso de threads

- **Principais usos**
  - **Processamento numérico paralelo**
    - (sistemas multiprocessadores)
  - **Sistemas que controlam "interfaces" simultâneas**
    - Interface com usuário
    - Interface de rede (transmissão e recepção)
    - Interface com dispositivos
  - **Sistemas que oferecem serviços**
    - Ex: servidor WEB

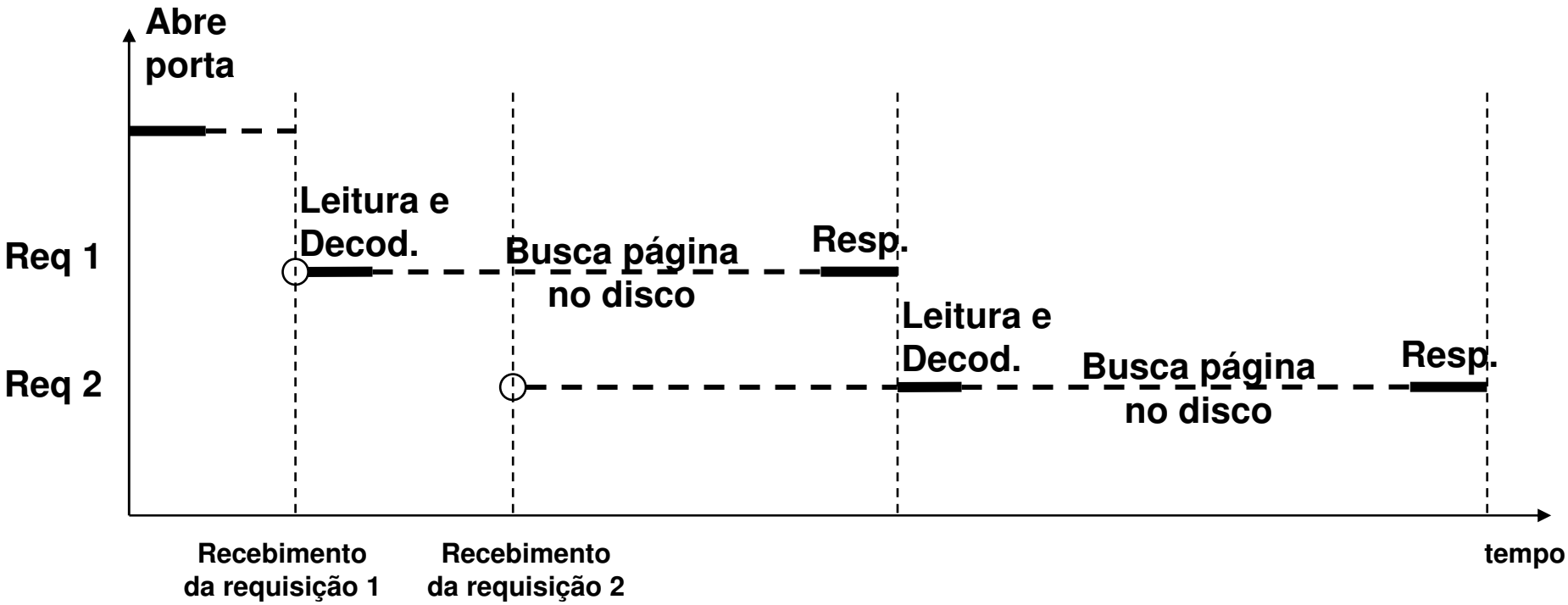
Uso de threads

- **Exemplo de servidor WEB monothread:**

```
ServidorWEB()
    {
    Abre porta TCP/80
    While (TRUE)
        Aguarda requisição
        Leitura da mensagem HTTP
        Decodifica requisição HTTP
        Busca página no disco
        Responde requisição
        }
    }
```

Uso de threads

- **Exemplo de servidor WEB monothread:**



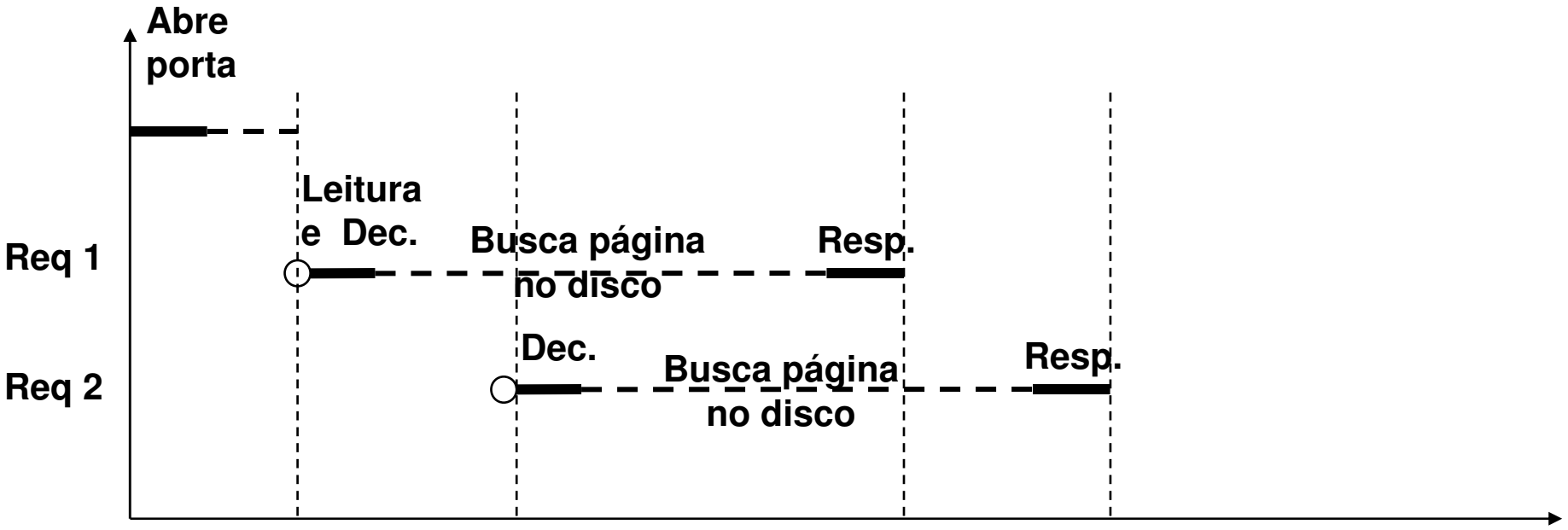
Uso de threads

- **Exemplo de servidor WEB multithread:**

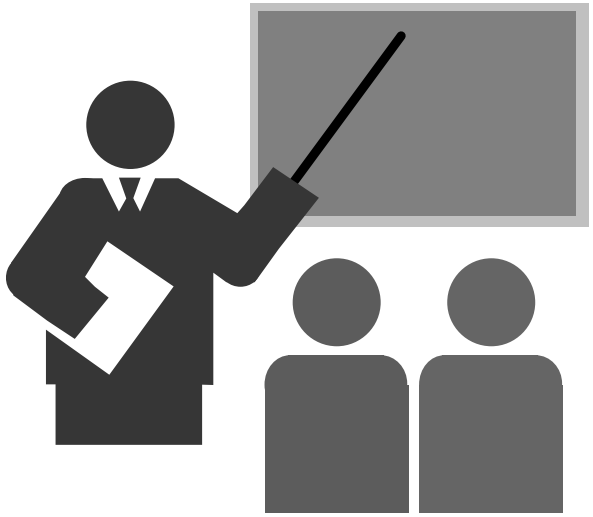
```
ServidorWEB()
    {
    Abre porta TCP/80
    While (TRUE)
        Aguarda requisição
        Dispara thread operário
        }
    }

ThreadOperário()
    {
    Leitura da mensagem HTTP
    Decodifica requisição HTTP
    Busca página no disco
    Responde requisição
    }
```

Uso de threads

- **Exemplo de servidor WEB multithread:**



Threads de usuário
x
Threads de núcleo



Threads de usuário x *threads* de núcleo

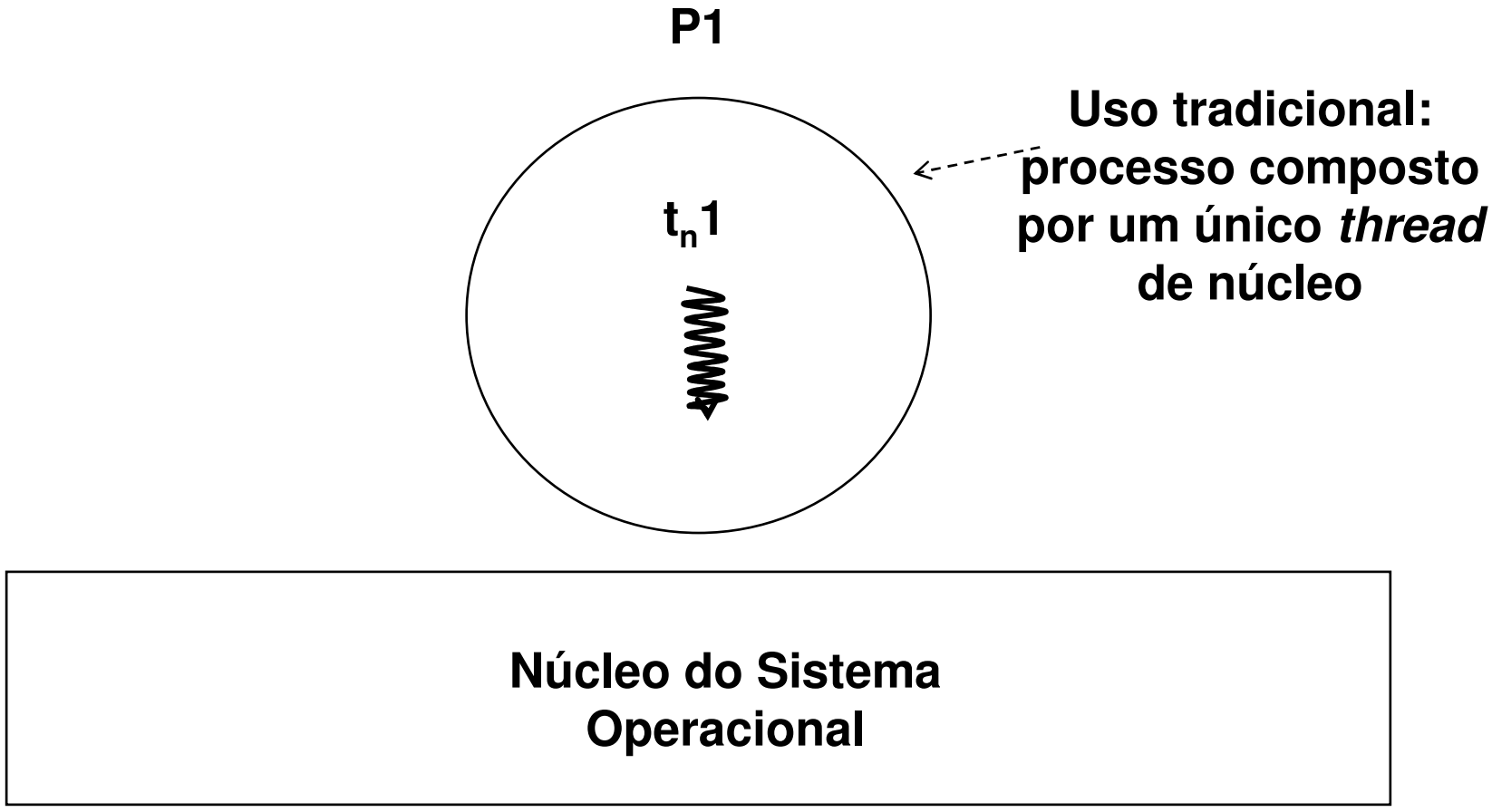
- **Existem 2 formas de implementação de *threads*:**
  - ***Threads* de usuário**
    - A abstração de threads é criada por um conjunto de rotinas de biblioteca utilizada pelo próprio processo
  - ***Threads* de núcleo**
    - A abstração de threads é criada pelo núcleo do sistema operacional

Threads de usuário x *threads* de núcleo

- ***Threads* de usuário**
  - **Abstração de *threads* é criada pelo próprio processo (que executa em modo usuário, daí o nome de *thread* de usuário)**
  - **O sistema operacional não tem conhecimento da existência dos *threads* de usuário**
  - **O núcleo do sistema operacional considera o processo monothread**
  - **Sistema supervisor**
    - Biblioteca que fornece a abstração de *threads* de usuáro
    - Contém um conjunto de funções de biblioteca que possibilita gerenciar os *threads* de usuário
    - Contém uma tabela de *threads*
    - Implementa uma troca de contexto entre os *threads* do processo (salvamento e restauração de alguns registradores

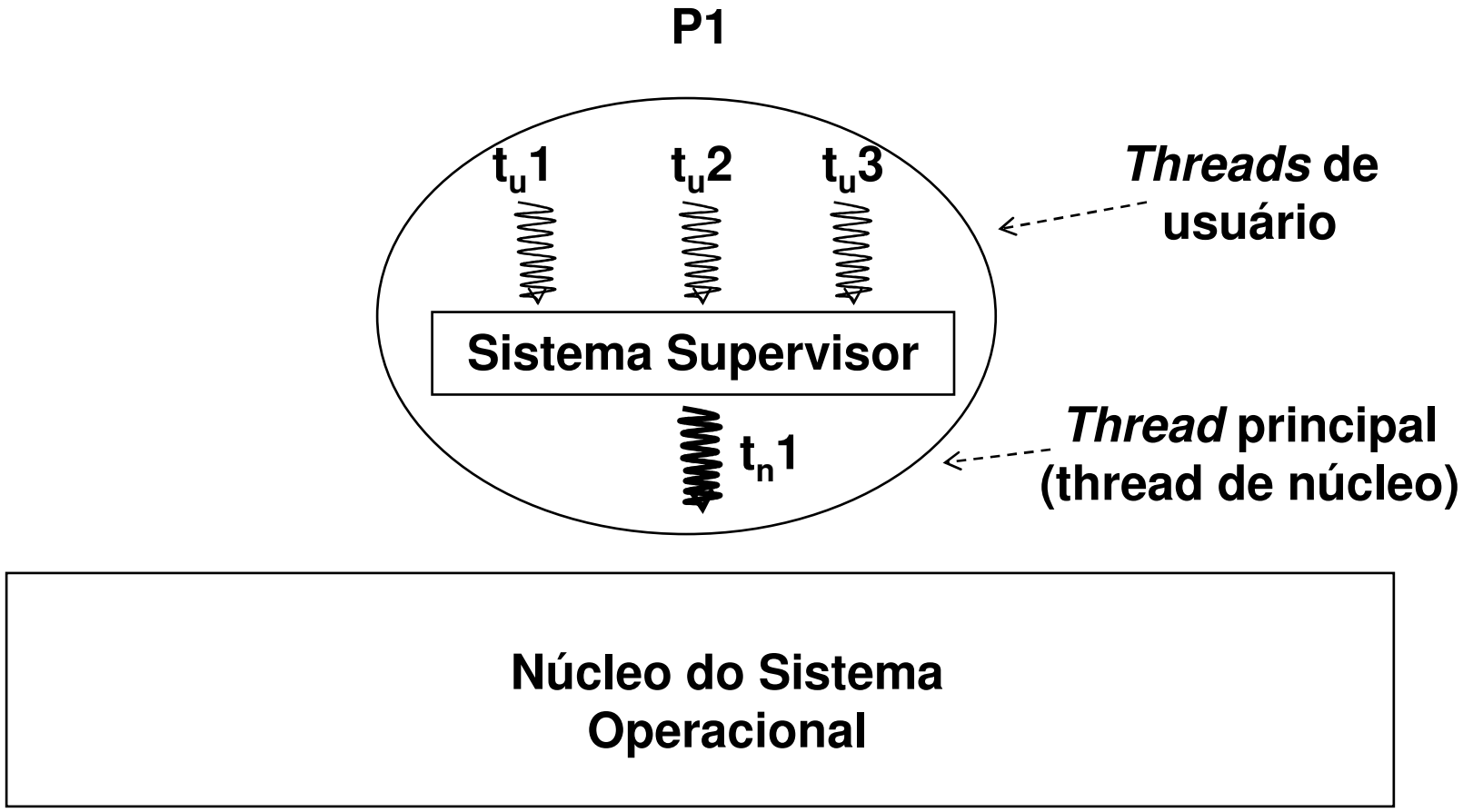
Threads de usuário x *threads* de núcleo

- *Threads* de usuário



Threads de usuário x *threads* de núcleo

- *Threads* de usuário



Threads de usuário x *threads* de núcleo

- ***Threads* de usuário**

  - **Vantagens**
    - Pode ser implementado por um sistema operacional que não suporte a abstração de *threads*
      - (atualmente a maior parte do sistemas operacionais fornecem a abstração de *threads*)
    - Troca de contexto entre os *threads* de usuário não envolve a passagem de modo usuário para modo supervisor (chamada ao sistema), sendo muito mais rápida
    - Possibilita customizar o algoritmo de escalonamento entre os *threads* de usuário do próprio processo

Threads de usuário x *threads* de núcleo

- ***Threads* de usuário**

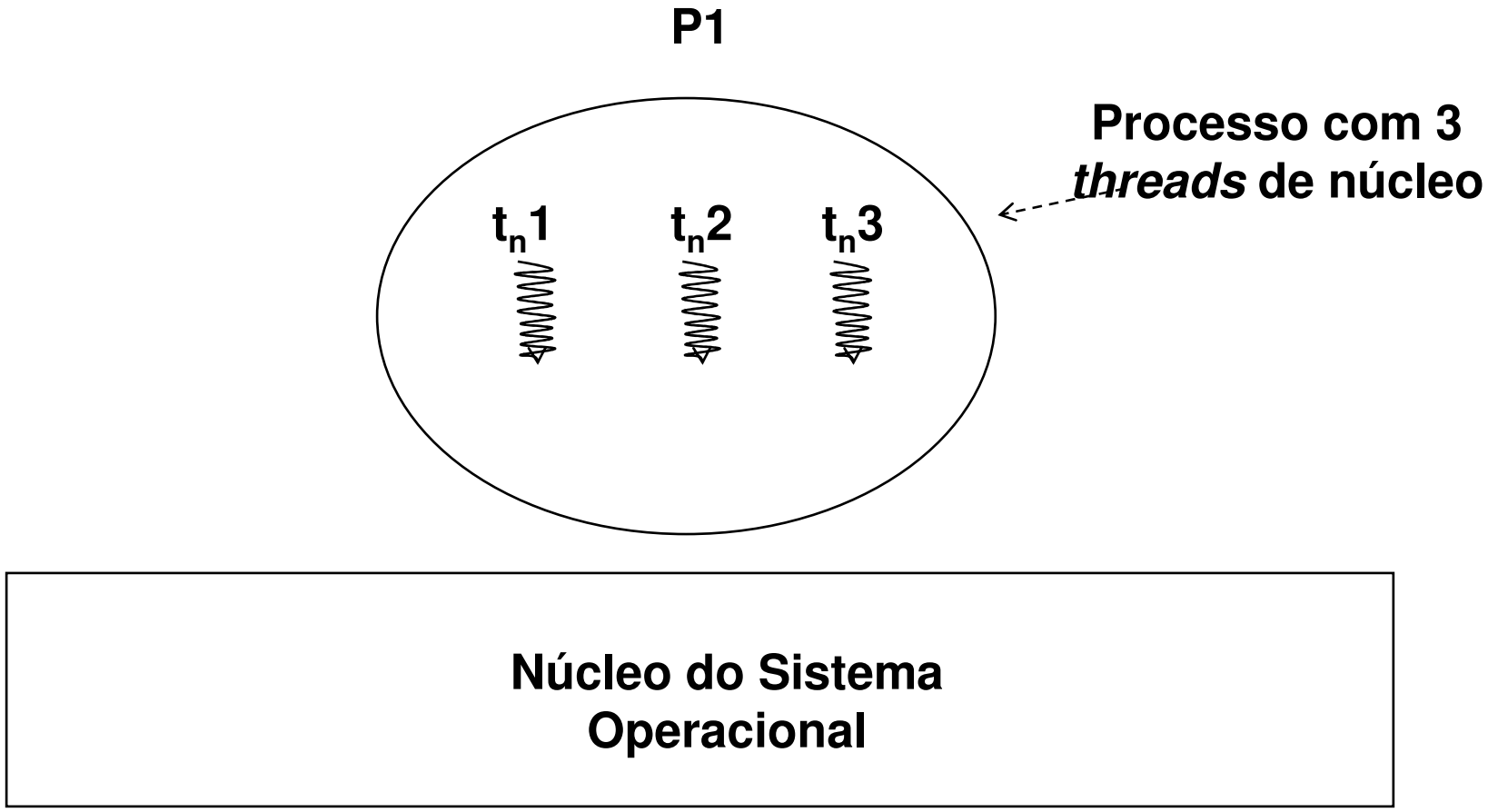
  - **Desvantagens**
    - Chamadas ao sistema bloqueantes
    - *Thread* de usuário não é interrompido pelo escalonador
      - Sistema supervisor não atende interrupções do temporizador
      - Cada *thread* de usuário deve ceder a CPU (thread_yield), de tempos em tempos, para os outros *threads* de usuário
      - Poderia estar requisitando um alarme do S.O periódico
        - → Problema: sobrecarga de processamento

Threads de usuário x *threads* de núcleo

- ***Threads* de núcleo**
  - **O núcleo do sistema operacional :**
    - Fornece interfaces de gerenciamento de *threads*
      - Através de chamadas ao sistema e rotinas bibliotecas
    - Possui conhecimento dos *threads* do processo
    - Gerencia os *threads* de núcleo do processo:
      - Mantém a tabela de *threads* de núcleo
      - Realiza o escalonamento dos *threads* de núcleo

Threads de usuário x *threads* de núcleo

- *Threads* de núcleo



Threads de usuário x *threads* de núcleo

- ***Threads* de núcleo**
  - **Desvantagem**
    - Sobrecarga de gerenciamento: Cada chamada de função de gerenciamento de *threads* é uma chamada ao sistema

Threads de usuário x *threads* de núcleo

- **Mapeamento de *threads* de usuário em *threads* de núcleo**
  - **Solução híbrida**

Threads de usuário x *threads* de núcleo

- **Outros problemas**
  - **Variáveis globais privadas**
    - Exemplo: variável interna da linguagem C “errno”