# *Threads*

**Volnys Borges Bernal**
**volnys@lsi.usp.br**
**http://www.lsi.usp.br/~volnys**

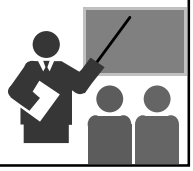


## Agenda

- **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



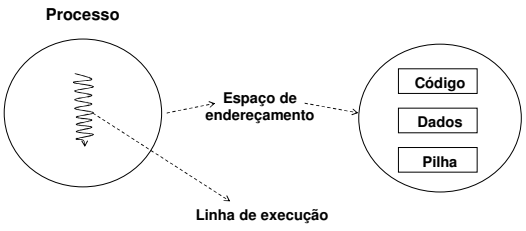


## Processo

- **Composto por:**
  - **Contexto de software**
    - Espaço de endereçamento
      - Área de código
      - Área de dados
      - Área da pilha de execução
    - Informações de controle mantidadas pelo S.O
      - Arquivos abertos
      - Sinais pendentes
      - PID, ....
  - **Contexto de hardware**
    - Definida pelos 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



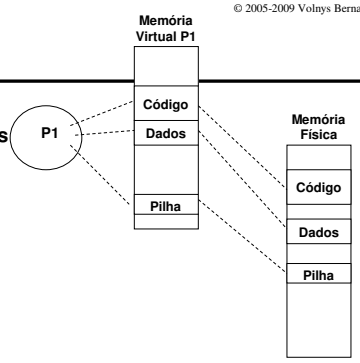



## Processo

- **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

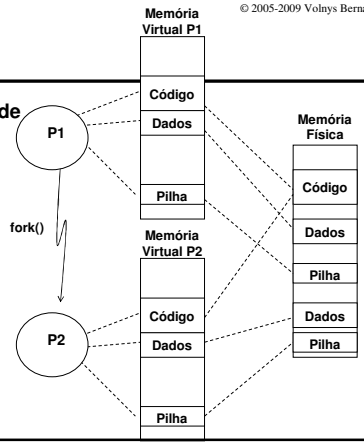
- Duplicação de processos





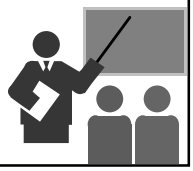

## Processo

- Duplicação de processos






## *Thread*





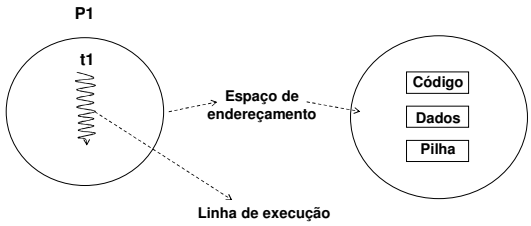
## *Thread*

- ***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*

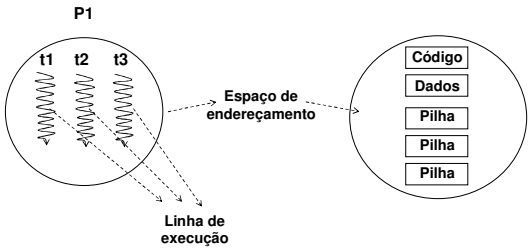
- **Um processo com um único *thread***






## *Thread*

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



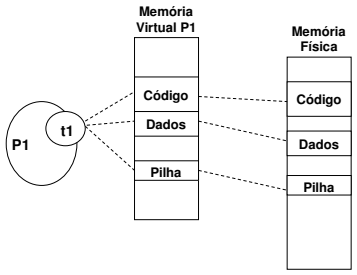
## *Thread*

- **Ítens associados ao processo**
  - **Identificação do processo**
  - **Espaço de endereçamento**
  - ***Threads***
  - **Arquivos abertos**
  - **Procesos filhos**
  - **Alarmes**
  - **Sinais e tratadores de sinais**
  - **Informações de contabilidade**
- **Itens associados ao *thread***
  - **Identificação do thread**
  - **Registradores**
  - **Área da pilha de execução**
  - **Estado**



## *Thread*

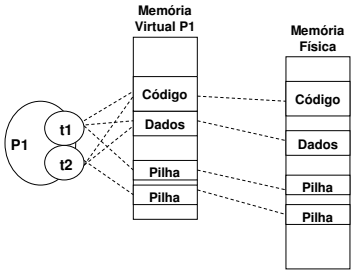
- **Duplicação de *threads***






## *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*

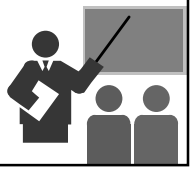


## *Thread*

- ***Threads* compartilham espaço de endereçamento do processo!**
  - **Compartilham**
    - Área de código
    - Área de dados
    - Áreas da pilha de execução (de cada thread)
  - **Apesar de**
    - Cada pilha de execução estar associada a um thread
  - **Importante perceber que ….**
    - 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!**



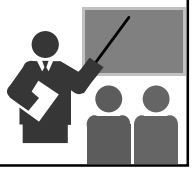
## Exercício

```
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");
    }
```



## Interfaces de threads





## Interfaces de Threads

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

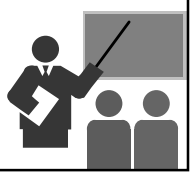


## Interfaces de Threads

- **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_yeld()
      - Libera o processador para outro thread



## Uso de threads



## Uso de threads

- **Principais usos**
  - **Processamento paralelo (sistemas multiprocessadores)**
  - **Sistemas que controlam "interfaces" simultâneas**
    - Interface com usuário
    - Interface de rede (transmissão e recepção)
    - Interface com dispositivos



## Uso de threads

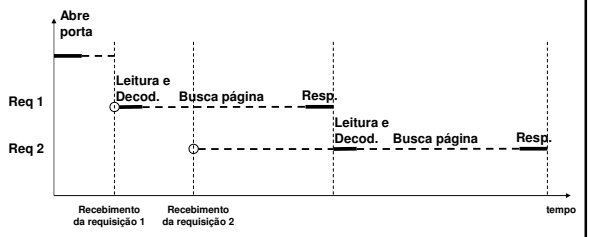
- **Exemplo de servidor WEB monothread:**

```
ServidorWEB()
    {
    Abre porta TCP/80
    While (TRUE)
        Aguarda conexão
        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:**

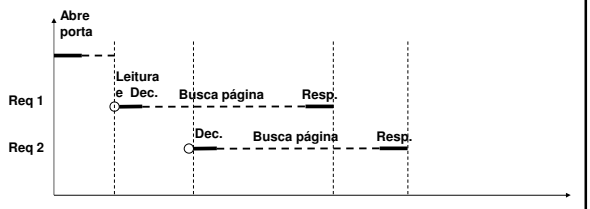
```
ServidorWEB()
    {
    Abre porta TCP/80
    While (TRUE)
        Aguarda conexão
        Dispara thread operário
        }
    }

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



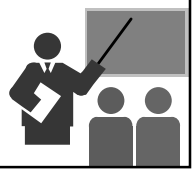
## Uso de threads

- **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



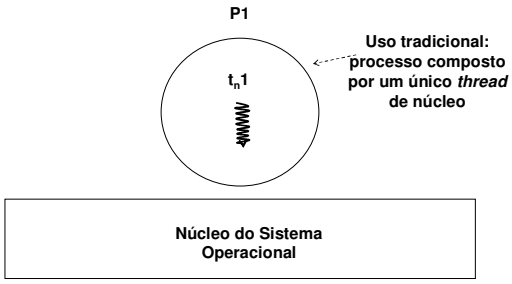
## *Threads* de usuário x *threads* de núcleo

- ***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

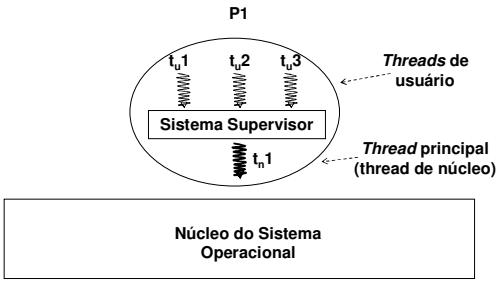
- ***Threads* de usuário**






## *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

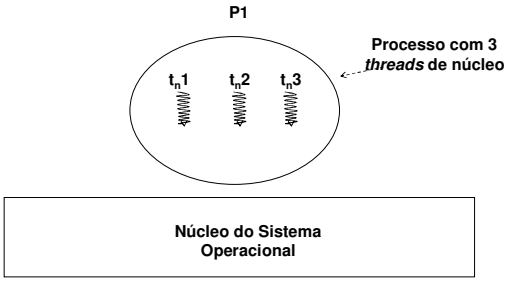
## *Threads* de usuário x *threads* de núcleo

- ***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: errno