INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

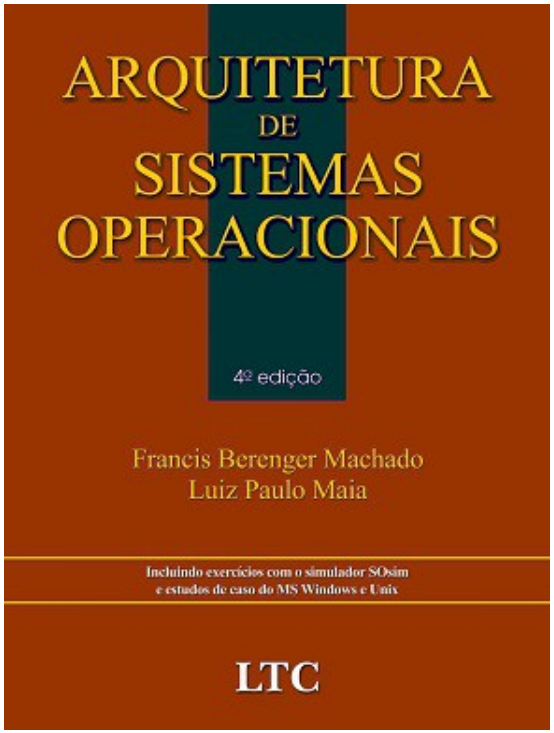
LABORATÓRIO DE SISTEMAS OPERACIONAIS

PROFª. M.Sc. JULIANA HOFFMANN QUINONEZ BENACCHIO

Gerência de Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

Conteúdo retirado do livro



Arquitetura de Sistemas Operacionais
Francis Berenger Machado
Luiz Paulo Maia
4ª. edição
Editora LTC

Gerência de Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Memória virtual é uma técnica sofisticada e poderosa de gerência de memória, onde as memórias principal e secundária são combinadas dando ao usuário a ilusão de existir uma memória muito maior que a capacidade real da memória principal.
- O conceito de memória virtual fundamenta-se em não vincular o endereçamento feito pelo programa dos endereços físicos da memória principal.

Gerência de Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Desta forma, programas e suas estruturas de dados deixam de estar limitados ao tamanho da memória física disponível, pois podem possuir endereços associados à memória secundária.
- Outra vantagem da técnica de memória virtual é permitir um número maior de processos compartilhando a memória principal, já que apenas partes de cada processo estarão residentes.

Gerência de Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Isto leva a uma utilização mais eficiente também do processador.
- Além disso, essa técnica possibilita minimizar o problema da fragmentação da memória principal.
- A primeira implementação de memória virtual foi realizada no início da década de 60. Atualmente, a maioria dos sistemas implementa memória virtual, com exceção de alguns sistemas operacionais de supercomputadores.

Gerência de Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

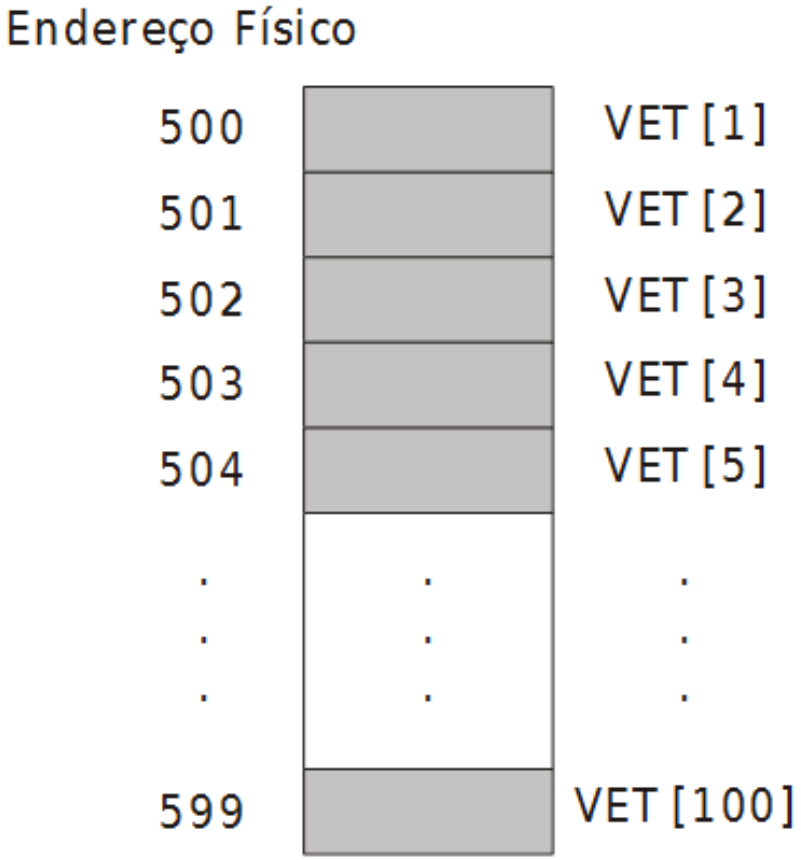
- Existe um forte relacionamento entre a gerência da memória virtual e a arquitetura de hardware do sistema computacional.
- Por motivos de desempenho, é comum que algumas funções da gerência de memória virtual sejam implementadas diretamente no hardware.
- Além disso, o código do sistema operacional deve levar em consideração várias características específicas da arquitetura, especialmente o esquema de endereçamento do processador.

Espaço de Endereçamento Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O conceito de memória virtual se aproxima muito da ideia de um vetor, existente nas linguagens de alto nível.
- Quando um programa faz referência a um elemento do vetor, não há preocupação em saber a posição de memória daquele dado.
- O compilador se encarrega de gerar instruções que implementam esse mecanismo, tornando-o totalmente transparente ao programador.

Espaço de Endereçamento Virtual



Espaço de Endereçamento Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- A memória virtual utiliza abstração semelhante, só que em relação aos endereços dos programas e dados.
- Um programa no ambiente de memória virtual não faz referência a endereços físicos de memória (endereços reais), mas apenas a endereços virtuais.

Espaço de Endereçamento Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- No momento da execução de uma instrução, o endereço virtual referenciado é traduzido para um endereço físico, pois o processador manipula apenas posições da memória principal.
- O mecanismo de tradução do endereço virtual para endereço físico é denominado **mapeamento**.

Espaço de Endereçamento Virtual

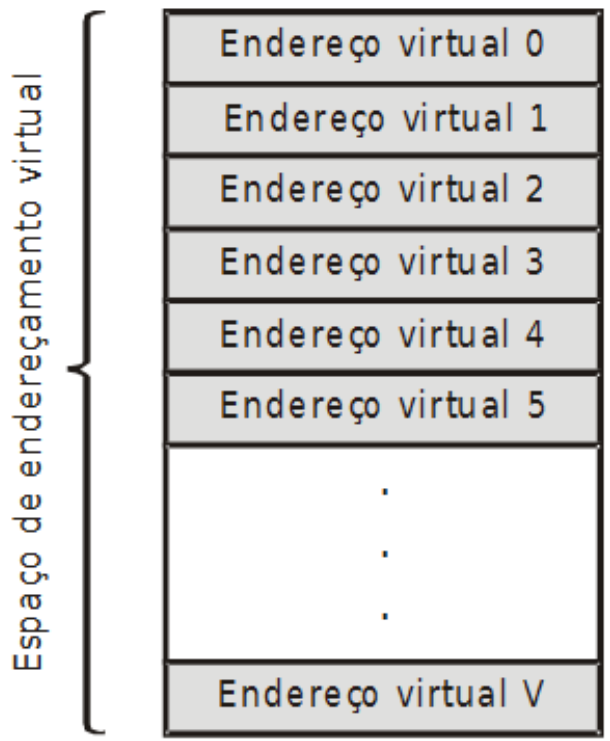
INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

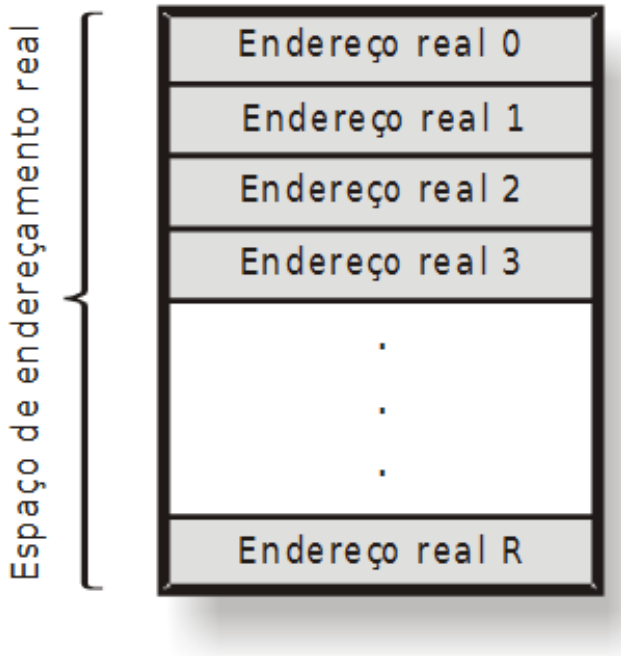
- Um processo é formado pelo contexto de hardware, pelo contexto de software e pelo espaço de endereçamento.
- Em ambientes que implementam memória virtual, o espaço de endereçamento do processo é conhecido como espaço de endereçamento virtual e representa o conjunto de endereço virtuais que o processo pode endereçar.

Espaço de Endereçamento Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Analogamente, o conjunto de endereço reais que o processador pode referenciar é chamado de espaço de endereçamento real.





Espaço de Endereçamento Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

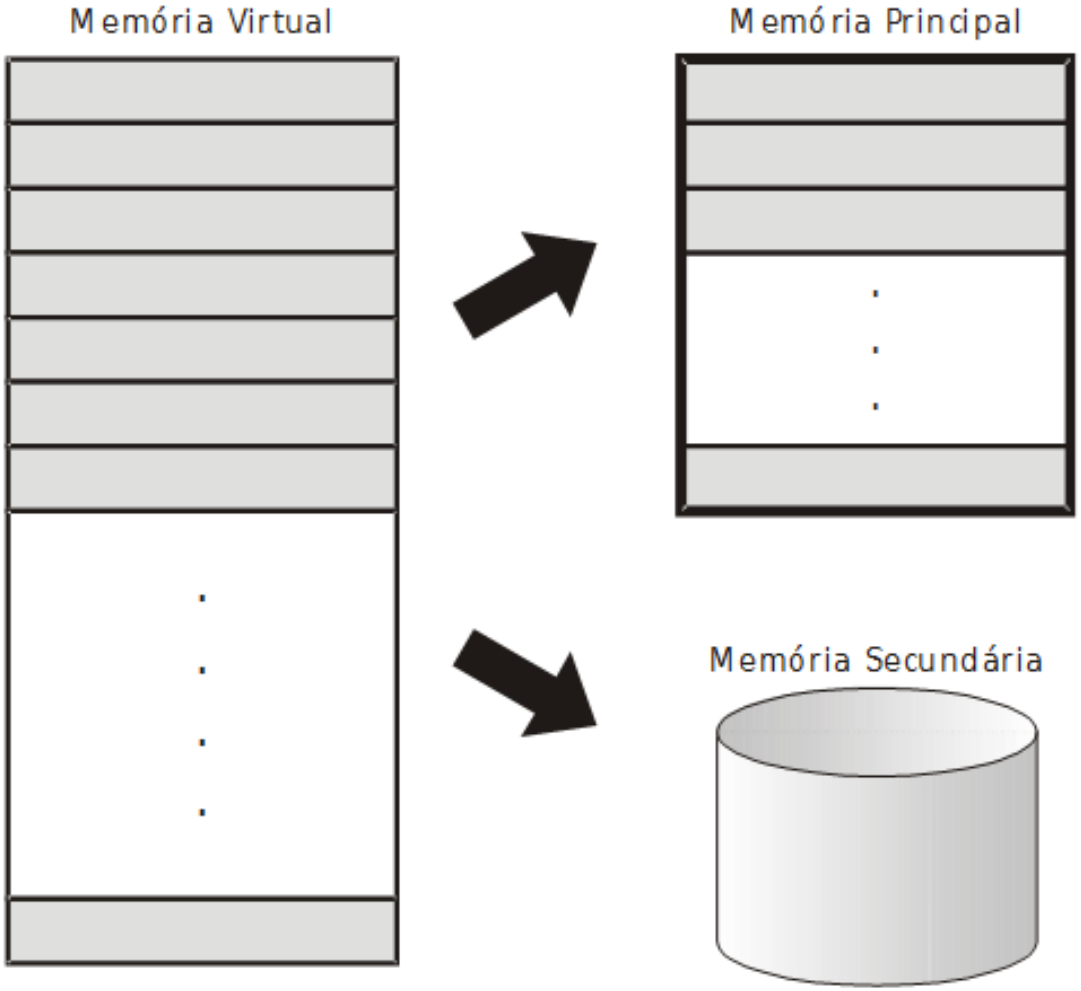
- Como o espaço de endereçamento virtual não tem nenhuma relação direta com os endereços no espaço real, um programa pode fazer referência a endereço virtuais que estejam fora dos limites da memória principal, ou seja, os programas e suas estruturas de dados não estão mais limitados ao tamanho da memória física disponível.

Espaço de Endereçamento Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Para que isso seja possível, o sistema operacional utiliza a memória secundária como extensão da memória principal.
- Quando um programa é executado, somente uma parte do seu código fica residente na memória principal, permanecendo o restante na memória secundária até o momento de ser referenciado.
- Esta condição permite aumentar o compartilhamento da memória principal entre muitos processos.

Espaço de Endereçamento Virtual



Espaço de Endereçamento Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- No desenvolvimento de aplicações, a existência dos endereços virtuais é ignorado pelo programador.
- Os compiladores e *linkers* se encarregam de gerar o código executável em função do espaço de endereçamento virtual, e o sistema operacional cuida dos detalhes durante sua execução.

Mapeamento

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

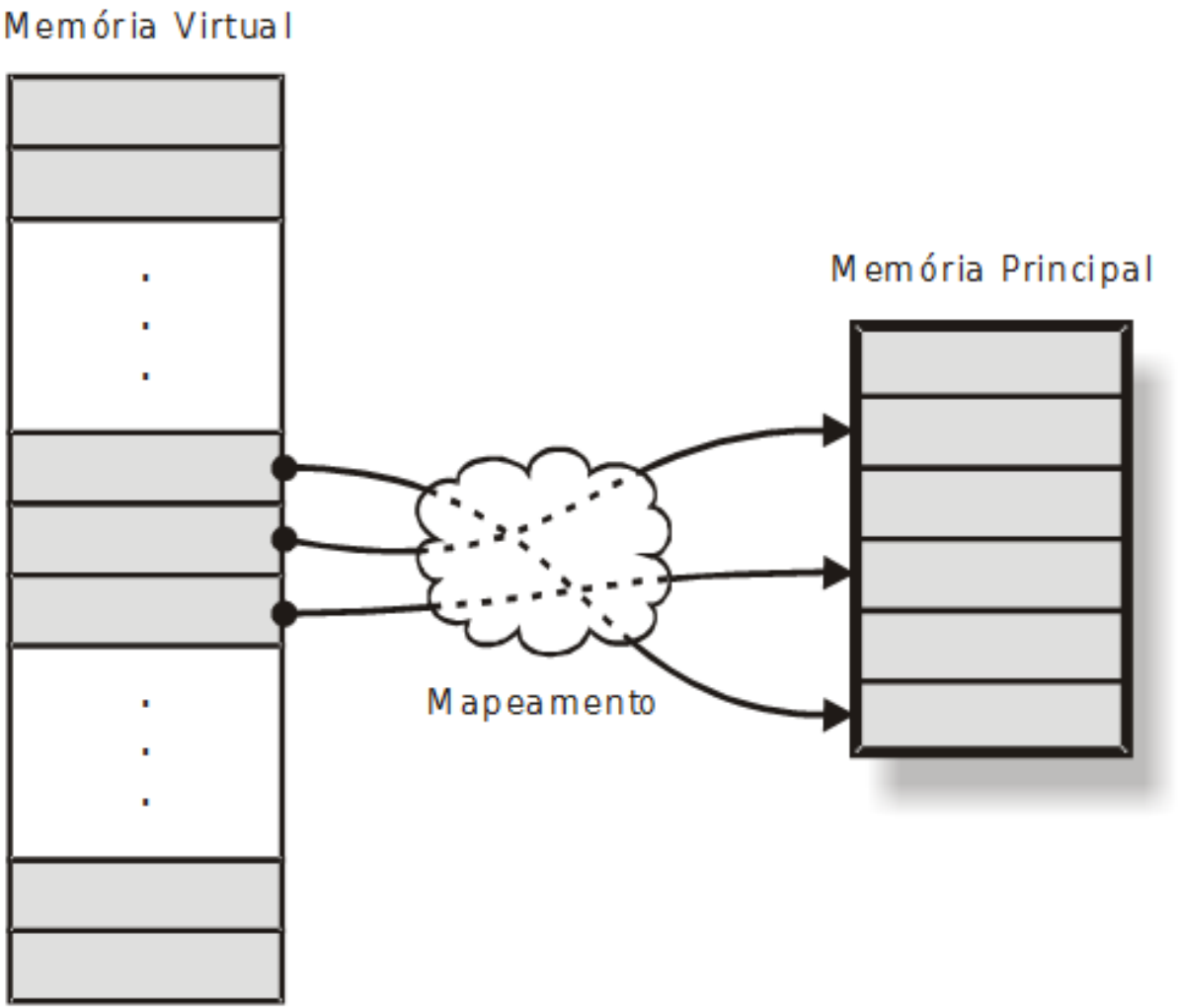
- O processador apenas executa instruções e referencia dados residentes no espaço de endereçamento real; portanto, deve existir um mecanismo que transforme os endereços virtuais em endereços reais.
- Esse mecanismo, conhecido por mapeamento, permite traduzir um endereço localizado no espaço virtual para um associado no espaço real.

Mapeamento

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Como consequência do mapeamento, um programa não mais precisa estar necessariamente em endereços contíguos na memória principal a ser executado.

Mapeamento



Mapeamento

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Nos sistemais modernos, a tarefa de tradução de endereço virtuais é realizada por hardware juntamente com o sistema operacional, de forma a não comprometer seu desempenho e torná-lo transparente a usuários e suas aplicações.

Mapeamento

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O dispositivo de hardware responsável por esta tradução é conhecido como unidade de gerência de memória (***Memory Management Unit*** **– MMU**), sendo acionado sempre que se faz referência a um endereço virtual.
- Depois de traduzido, o endereço real pode ser utilizado pelo processador para o acesso à memória principal.

Tabela de Mapeamento

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Cada processo tem o seu espaço de endereçamento virtual como se possuísse sua própria memória.
- O mecanismo de tradução se encarrega então de manter tabelas de mapeamento exclusivas para cada processo, relacionando os endereços virtuais do processo às suas posições na memória real.

Tabela de Mapeamento

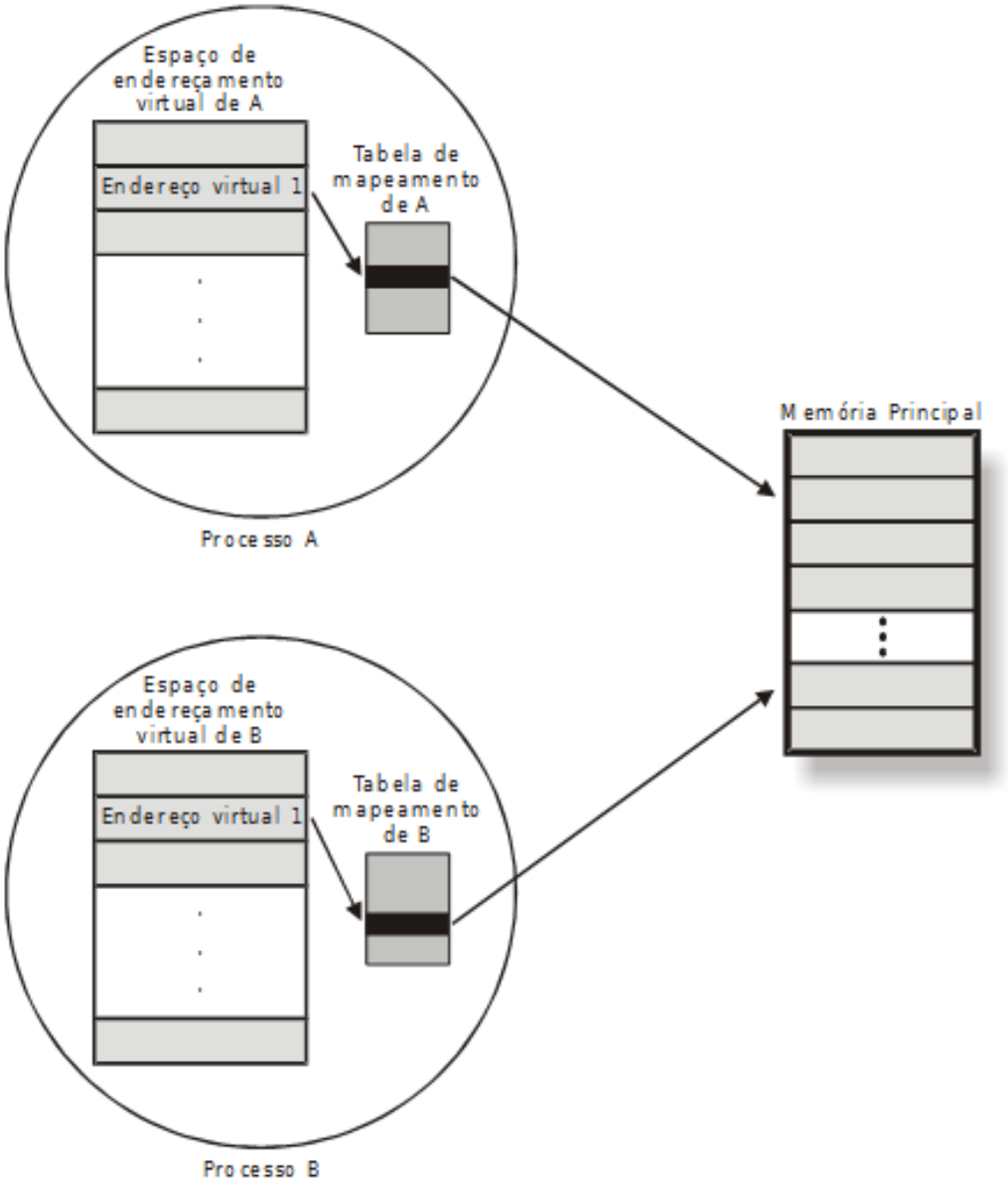


Tabela de Mapeamento

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- A tabela de mapeamento é uma estrutura de dados existente para cada processo.
- Quando um determinado processo está sendo executado, o sistema utiliza a tabela de mapeamento do processo em execução para realizar a tradução de seus endereços virtuais.

Tabela de Mapeamento

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Se um outro processo vai ser executado, o sistema deve passar a referenciar a tabela de mapeamento do novo processo.
- A troca de tabelas de mapeamento é realizada através de um registrador, que indica a posição inicial da tabela corrente, onde, toda vez que há mudança de contexto, o registrador é atualizado com o endereço da nova tabela.

Memória Virtual por Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

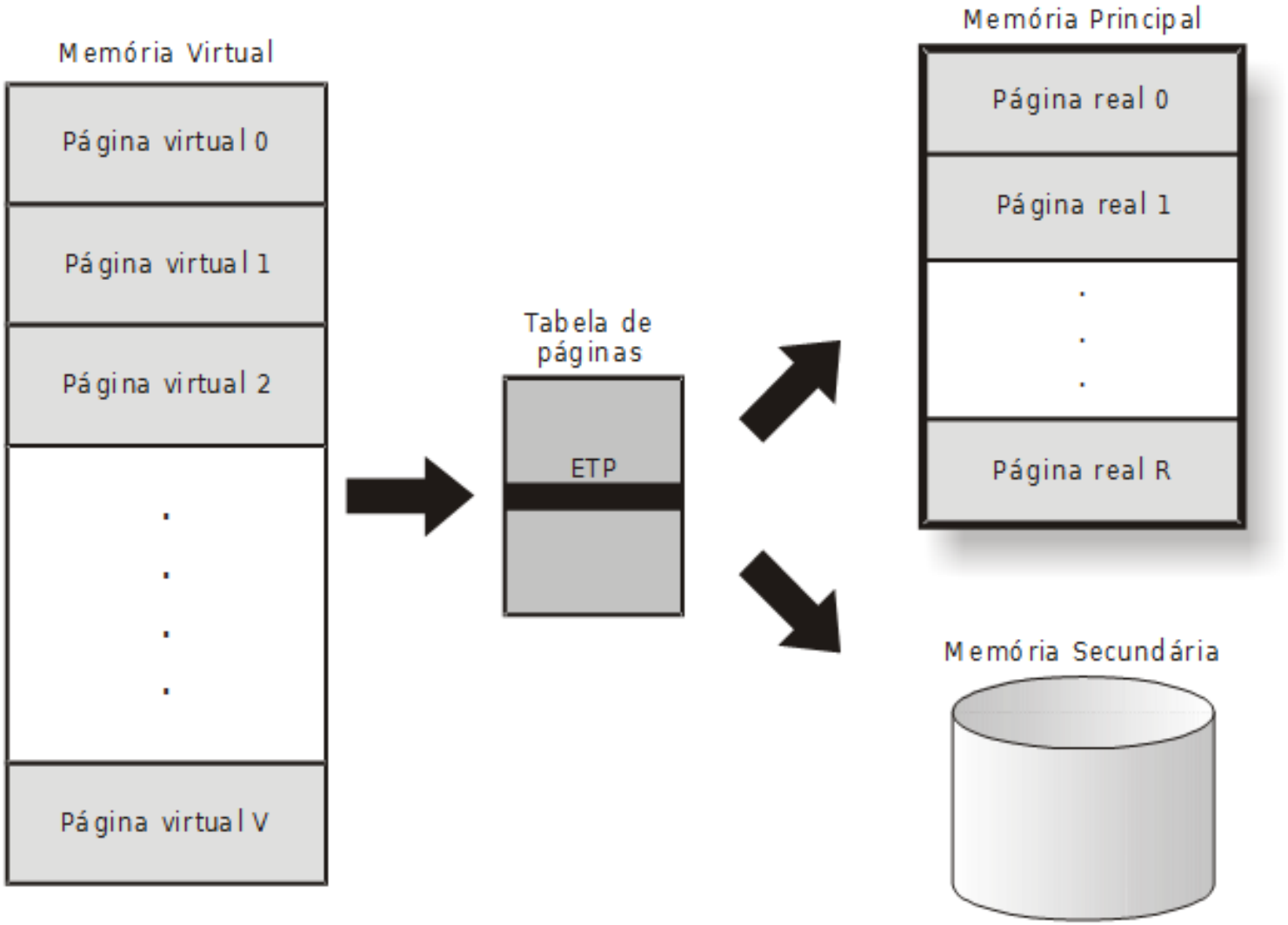
- A memória virtual por paginação é a técnica de gerência de memória em que o espaço de endereçamento virtual e o espaço de endereçamento real são **divididos em blocos de mesmo tamanho chamados páginas**.
- As páginas no espaço virtual são denominadas páginas virtuais, enquanto as páginas no espaço real são chamadas de páginas reais ou *frames*.

Memória Virtual por Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Todo o mapeamento de endereço virtual em real é realizado através de tabelas de páginas.
- Cada processo possui sua própria tabela de páginas, e cada página virtual do processo possui uma entrada na tabela (Entrada na Tabela de Páginas – ETP), com informações de mapeamento que permitem ao sistema localizar a página real correspondente.

Tabela de Páginas



Memória Virtual por Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Quando um programa é executado, as páginas virtuais são transferidas da memória secundária para a memória principal e colocadas nos *frames*.
- Sempre que um programa fizer referência a um endereço virtual, o mecanismo de mapeamento localizará na ETP da tabela do processo o endereço físico do *frame* no qual se encontra o endereço real correspondente.

Memória Virtual por Paginação

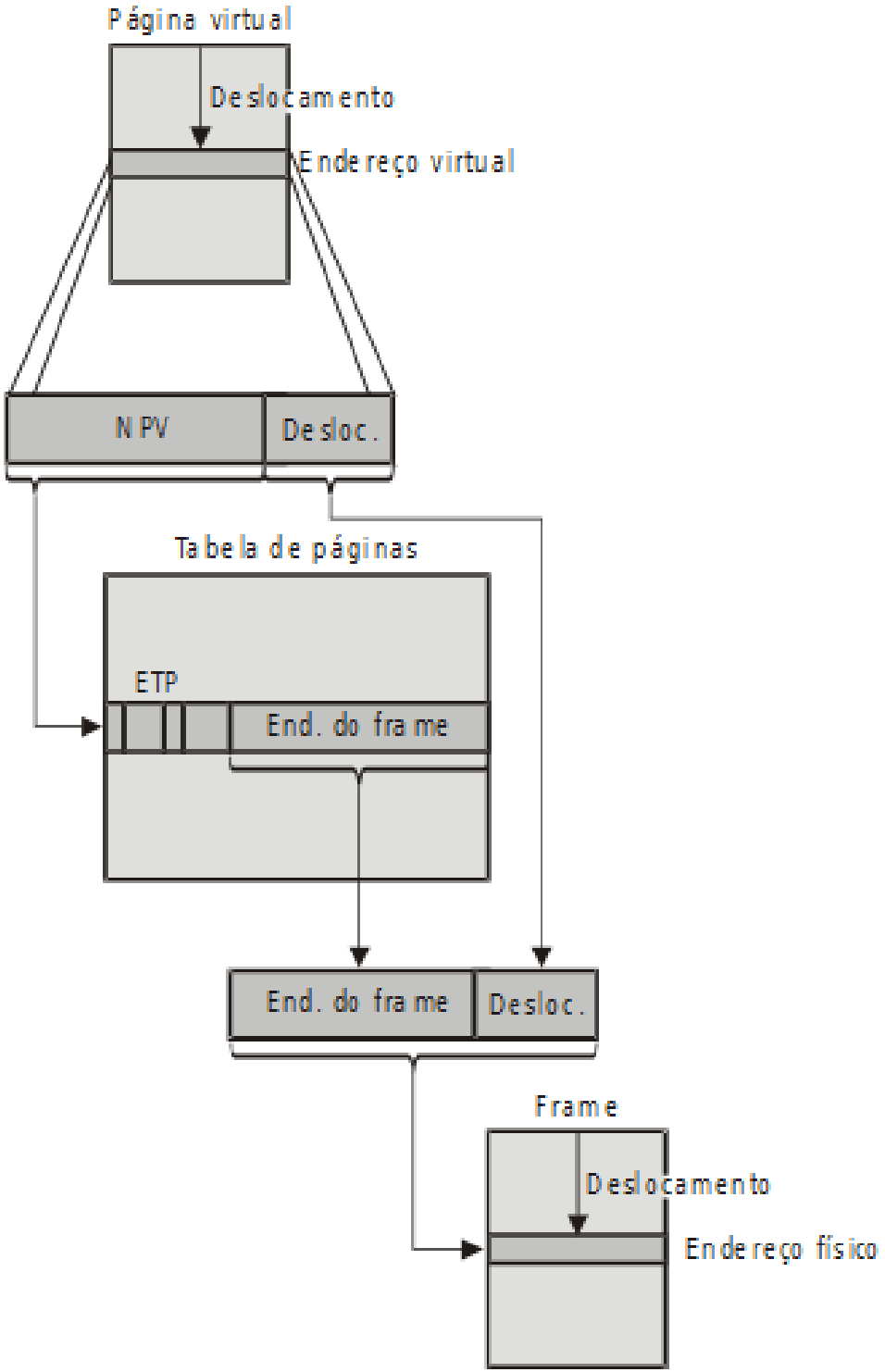
INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Nessa técnica, o endereço virtual é formado pelo número da página virtual (NPV) e por um deslocamento.
- O NPV identifica unicamente a página virtual que contém o endereço, funcionando como um índice na tabela de páginas.

Memória Virtual por Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O deslocamento indica a posição do endereço virtual em relação ao início da página na qual se encontra.
- O endereço físico é obtido, então, combinando-se o endereço do *frame*, localizado na tabela de páginas, com o deslocamento, contido no endereço virtual.


Página virtual
Deslocamento
Endereço virtual
NPV
Desloc.
Tabela de páginas
ETP
End. do frame
End. do frame
Desloc.
Frame
Deslocamento
Endereço físico

Memória Virtual por Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Além da informação sobre a localização da página virtual, a ETP possui outras informações, como o **bit de validade** (*valid bit*), que indica se uma página está ou não na memória principal.
- Se o bit tem o valor 0, isto indica que a página virtual não está na memória principal, mas se é igual a 1, a página está localizada na memória.

Memória Virtual por Paginação

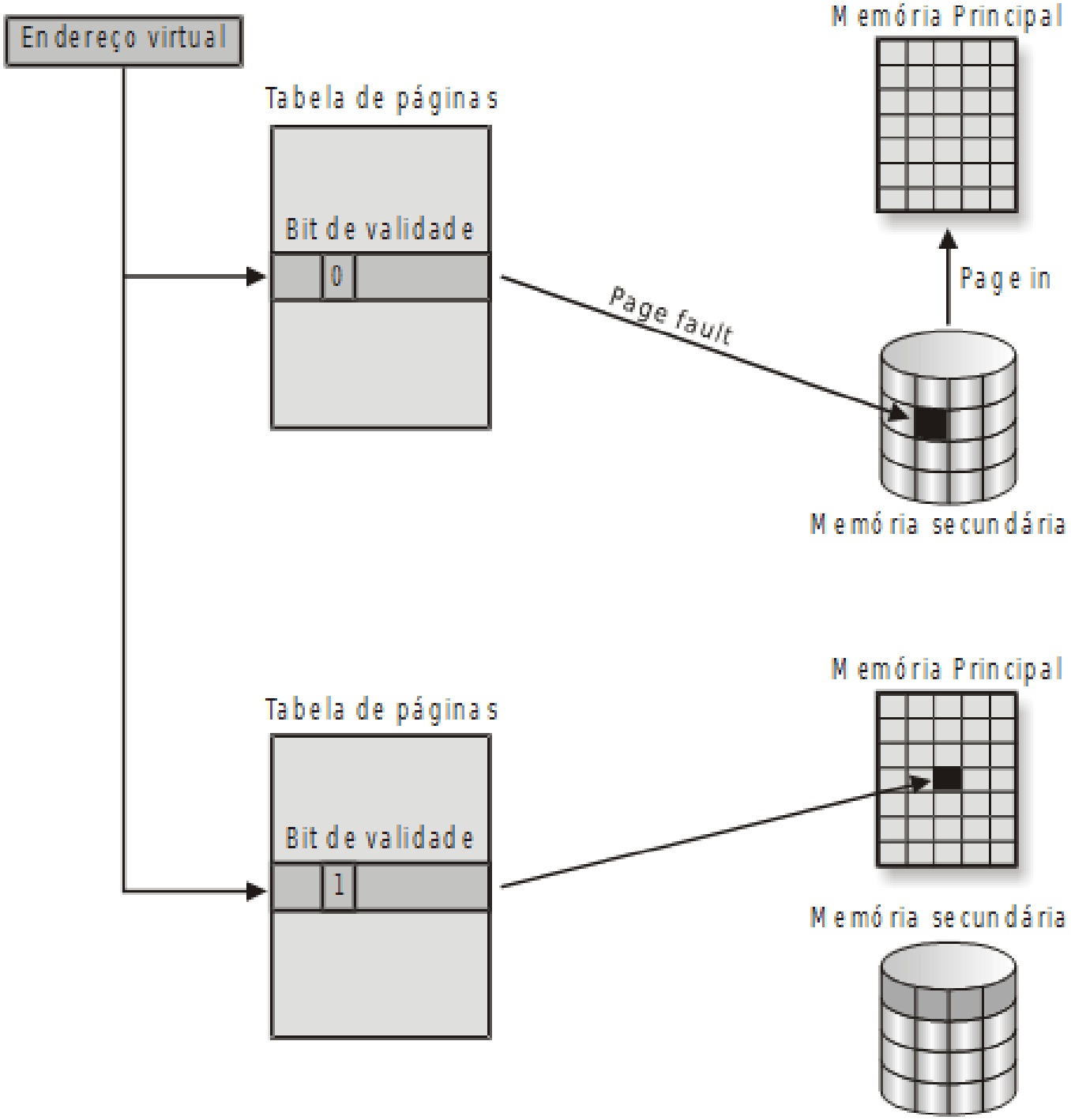
INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Sempre que o processo referencia um endereço virtual, a unidade de gerência de memória verifica, através do bit de validade, se a página que contém o endereço referenciado está ou não na memória principal.
- Caso a página não esteja na memória, dizemos que ocorreu um ***page fault***.

Memória Virtual por Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- No caso de *page fault*, o sistema transfere a página da memória secundária para a memória principal, realizando uma operação de E/S conhecida como ***page in*** (**paginação**).
- O número de *page faults* gerado por um processo depende de como o programa foi desenvolvido, além da política de gerência de memória implementada pelo sistema operacional.


Endereço virtual
Tabela de páginas
Bit de validade
0
Page fault
Memória Principal
Page in
Memória secundária
Tabela de páginas
Bit de validade
1
Memória Principal
Memória secundária

Memória Virtual por Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O número de *page faults* gerados por cada processo em um determinado intervalo de tempo é definido como taxa de paginação do processo.
- O *overhead* gerado pelo mecanismo de paginação é inerente à gerência de memória virtual, porém se a taxa de paginação dos processos atingir valores elevados, o excesso de operações de E/S poderá comprometer o desempenho do sistema.

Memória Virtual por Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Quando um processo referencia a um endereço e ocorre um *page fault*, o processo em questão passa do estado de execução para o estado de espera, até que a página seja transferida do disco para a memória principal.

Memória Virtual por Paginação

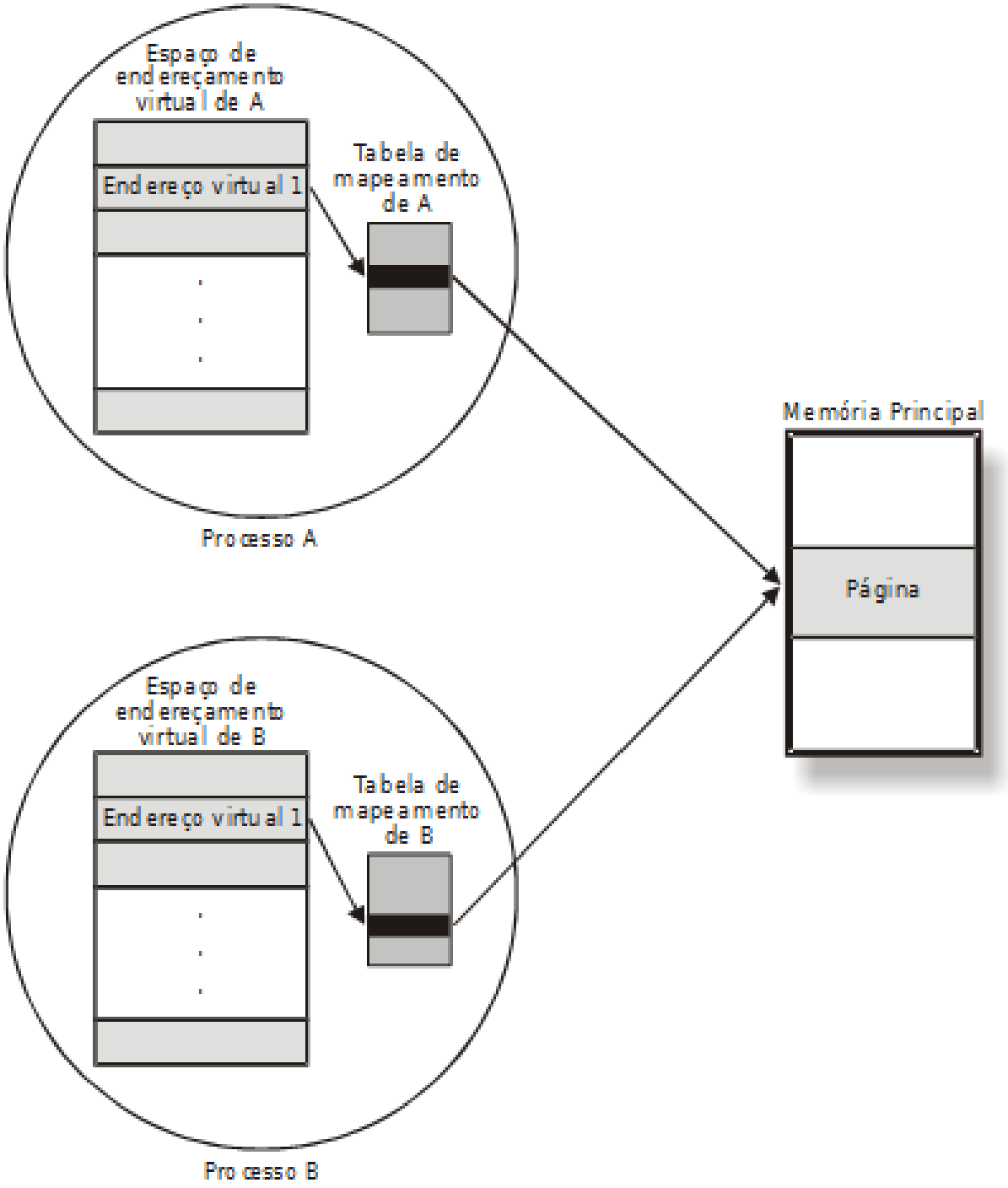
INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Na troca de contexto, as informações sobre a tabela de mapeamento são salvas e as informações do novo processo escalonado são restauradas.
- Após a transferência da página para a memória principal, o processo é recolocado na fila de processos no estado de pronto, e quando for reescalonado poderá continuar sua execução.

Compartilhamento de Memória

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Em sistemas que implementam memória virtual, é bastante simples a implementação da **reentrância**, possibilitando compartilhamento de código entre os diversos processos.
- Para isso, basta que as entradas das tabelas de mapeamento dos processos apontem para os mesmos *frames* na memória principal, evitando assim, várias cópias de um mesmo programa na memória.


Espaço de endereçamento virtual de A
Endereço virtual 1
Tabela de mapeamento de A
Processo A
Memória Principal
Página
Espaço de endereçamento virtual de B
Endereço virtual 1
Tabela de mapeamento de B
Processo B

Compartilhamento de Memória

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Apesar de os processos compartilharem as mesmas páginas de código, cada um possui sua própria área de dados em páginas independentes.
- O compartilhamento de memória também é extremamente importante em aplicações que precisam compartilhar dados na memória principal.

Compartilhamento de Memória

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Similar ao compartilhamento de código, o mecanismo de paginação permite que processos façam o mapeamento de uma mesma área na memória e, consequentemente, tenham acesso compartilhado de leitura e gravação.
- A única preocupação da aplicação é garantir o sincronismo no acesso à região compartilhada, evitando problemas de inconsistência.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Memória virtual por segmentação é a técnica de gerência de memória onde o espaço de endereçamento virtual é **dividido em blocos de tamanhos diferentes chamados segmentos**.
- Na técnica de segmentação, um programa é dividido logicamente em subrotinas e estruturas de dados, que são alocadas em segmentos na memória principal.

Memória Virtual por Segmentação

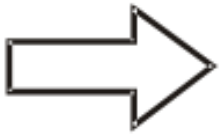
INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

```
PROGRAM Segmento;
    VAR A: ARRAY...
    C: ...
PROCEDURE X;
END;
FUNCTION Y;

END;

BEGIN

END.
```



Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Enquanto na técnica de paginação o programa é dividido em páginas de tamanho fixo, sem qualquer ligação com sua estrutura
- Na segmentação existe uma relação entre a lógica do programa e sua alocação na memória principal.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Normalmente, a definição dos segmentos é realizada pelo compilador, a partir do código fonte do programa, e cada segmento pode representar um procedimento, função, vetor ou pilha.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O espaço de endereçamento virtual de um processo possui um número máximo de segmentos que podem existir, onde cada segmento pode variar de tamanho dentro de um limite.
- O tamanho do segmento pode ser alterado durante a execução do programa, facilitando a implementação de estruturas de dados dinâmicas.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Espaços de endereçamento independentes permitem que uma sub-rotina seja alterada sem a necessidade de o programa principal e todas as suas sub-rotinas serem recompiladas e religadas.
- Em sistemas que implementam paginação, a alteração de uma sub-rotina do programa implica recompilar e religar a aplicação por completo.

Memória Virtual por Segmentação

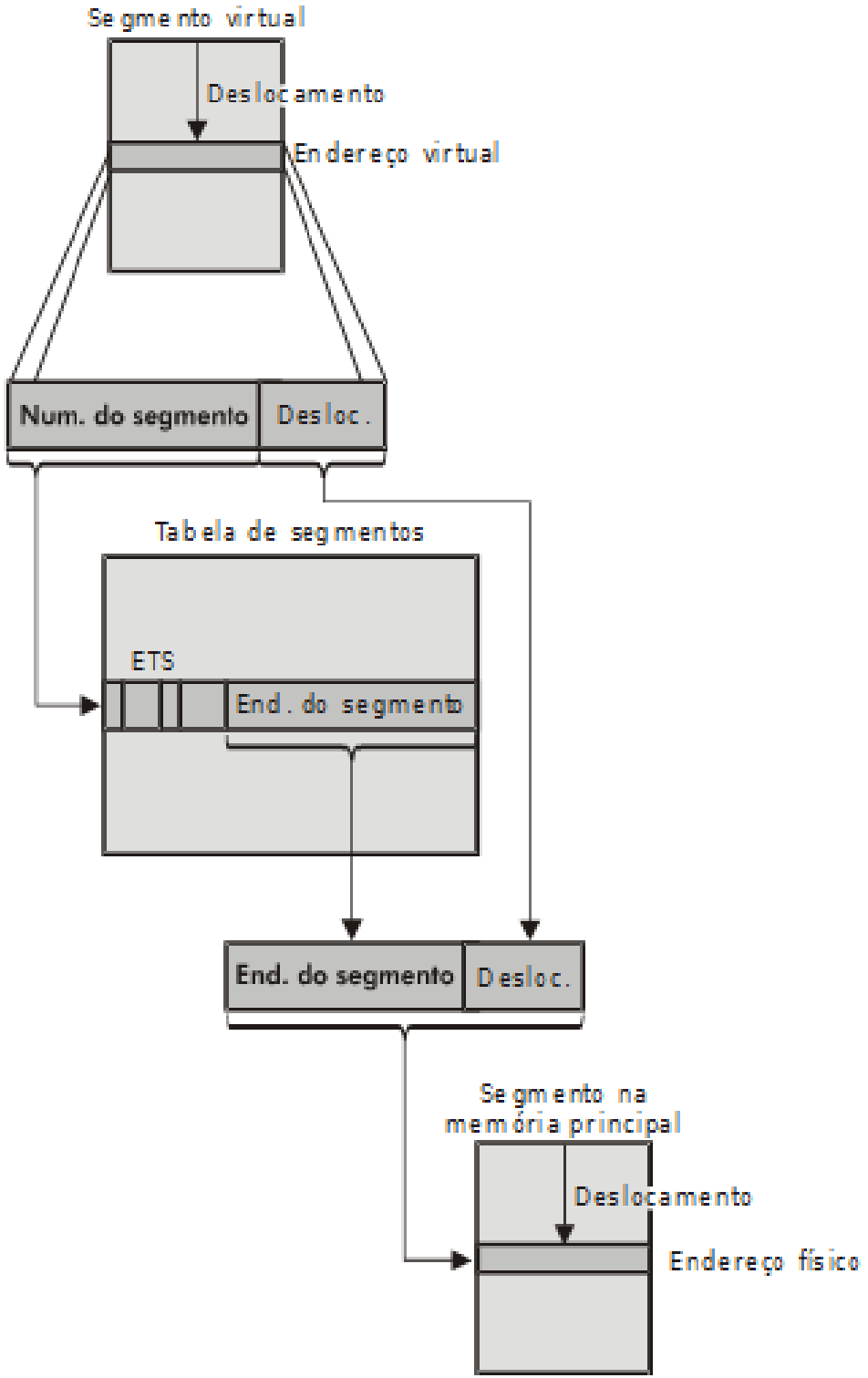
INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O mecanismo de mapeamento é muito semelhante ao de paginação.
- Os segmentos são mapeados através de tabelas de mapeamento de segmentos (TMS), e os endereços são compostos pelo número do segmento virtual (NSV) e por um deslocamento.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O NSV identifica unicamente o segmento virtual que contém o endereço, funcionando como um índice na TMS.
- O deslocamento indica a posição do endereço virtual em relação ao início do segmento no qual se encontra.
- O endereço físico é obtido, então, combinando-se o endereço do segmento, localizado na TMS, com o deslocamento, contido no endereço virtual.


Segmento virtual
Deslocamento
Endereço virtual
Num. do segmento
Desloc.
Tabela de segmentos
ETS
End. do segmento
End. do segmento
Desloc.
Segmento na memória principal
Deslocamento
Endereço físico

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O NSV identifica unicamente o segmento virtual que contém o endereço, funcionando como um índice na TMS.
- O deslocamento indica a posição do endereço virtual em relação ao início do segmento no qual se encontra.
- O endereço físico é obtido, então, combinando-se o endereço do segmento, localizado na TMS, com o deslocamento, contido no endereço virtual.

Memória Virtual por Segmentação

- Cada ETS possui, além do endereço do segmento na memória principal, informações adicionais:
  - Tamanho
  - Bit de validade
  - Bit de modificação
  - Bit de referência
  - Proteção

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Uma grande vantagem da segmentação em relação à paginação é a sua facilidade em lidar com estruturas de dados dinâmicas.
- Como o tamanho do segmento pode ser facilmente alterado na ETS, estruturas de dados, como pilhas e listas encadeadas, podem aumentar e diminuir dinamicamente, oferecendo grande flexibilidade ao desenvolvedor.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Enquanto na paginação a expansão de um vetor implica a alocação de novas páginas e, consequentemente, o ajuste da tabela de paginação, na segmentação deve ser alterado apenas o tamanho do segmento.
- Na técnica de segmentação, apenas os segmentos referenciados são transferidos da memória secundária para a memória principal.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Se as aplicações não forem desenvolvidas em módulos, grandes segmentos estarão na memória desnecessariamente, reduzindo o compartilhamento da memória e o grau de multiprogramação.
- Logo, para que a segmentação funcione de forma eficiente, os programas devem estar bem modularizados.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Para alocar os segmentos na memória principal, o sistema operacional mantém uma tabela com as áreas livres e ocupadas da memória.
- Quando um novo segmento é referenciado, o sistema seleciona um espaço livre suficiente para que o segmento seja carregado na memória.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- A política de alocação de páginas pode ser a mesma utilizada na alocação particionada dinâmica (*best-fit*, *worst-fit* ou *first-fit*).
- Paginação - problema da fragmentação interna
- Segmentação - problema da fragmentação externa.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- A fragmentação externa ocorre sempre que há diversas áreas livres na memória principal, mas nenhuma é grande o suficiente para alocar um novo segmento.
- Neste caso, é necessário que os segmentos sejam realocados na memória de forma que os espaços livres sejam agrupados em uma única área maior.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Em sistemas com segmentação, a proteção de memória é mais simples de ser implementada do que em sistemas com paginação.
- Como cada segmento possui um conteúdo bem definido, ou seja, instruções ou dados, basta especificar a proteção do segmento na ETS, onde alguns bits podem especificar os tipos de acesso ao segmento.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Na segmentação é mais simples o compartilhamento de memória do que na paginação, pois a tabela de segmentos mapeia estruturas lógicas e não páginas.
- Para compartilhar um segmento, basta que as ETS dos diversos processos apontem para o mesmo segmento na memória principal.

Memória Virtual por Segmentação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Por exemplo, enquanto o mapeamento de um vetor pode necessitar de várias entradas na tabela de páginas, na tabela de segmentos é necessária apenas uma única entrada.

Memória Virtual por Segmentação com Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Memória virtual por segmentação com paginação é a técnica de gerência de memória na qual o espaço de endereçamento é **dividido em segmentos e, por sua vez, cada segmento dividido em páginas**.
- Esse esquema de gerência de memória tem o objetivo de oferecer as vantagens tanto da técnica de paginação quanto da técnica de segmentação.

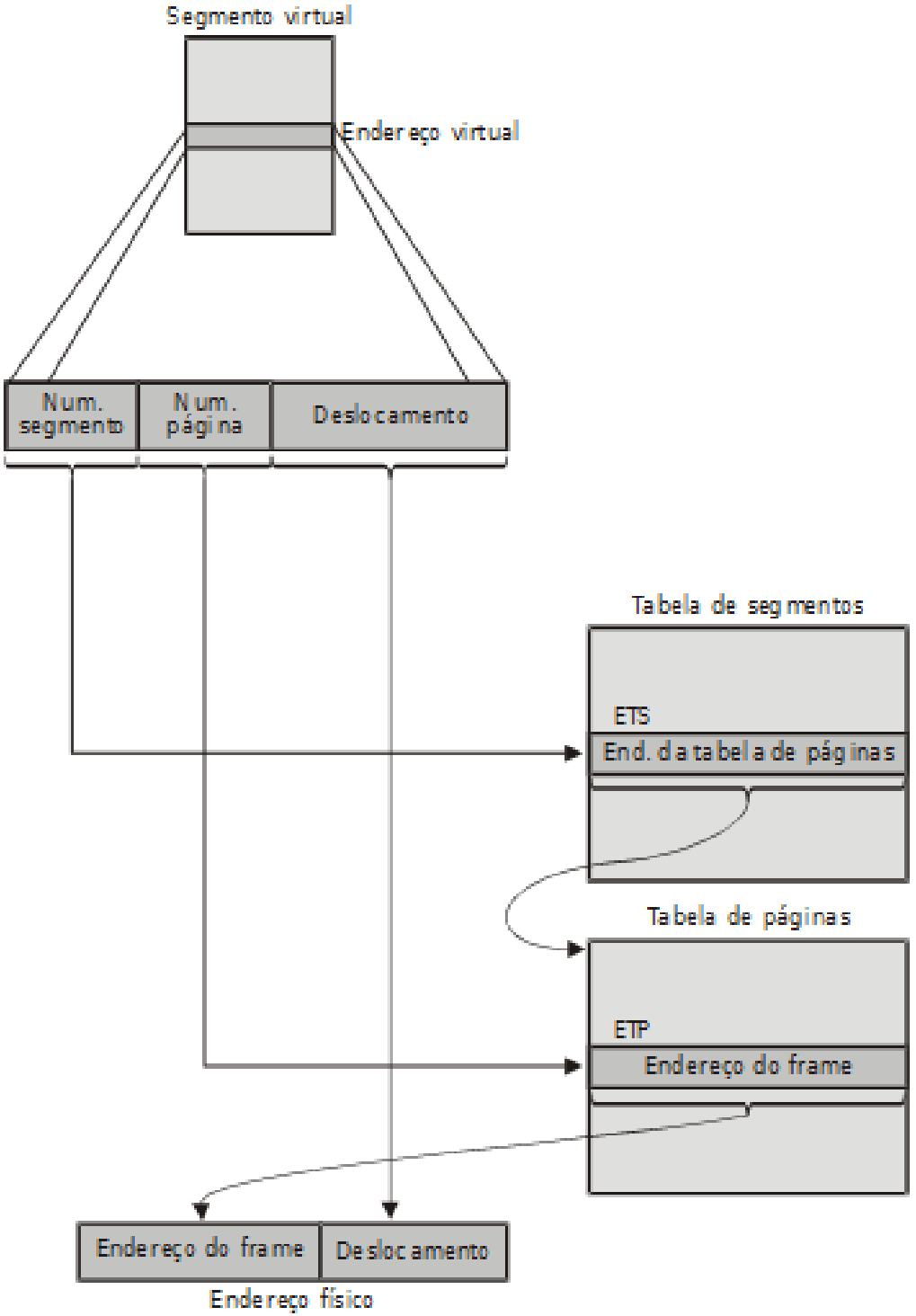
Memória Virtual por Segmentação com Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Nessa técnica, um endereço virtual é formado pelo número do segmento virtual (NSV), um número de página virtual (NPV) e um deslocamento.
- Através do NSV, obtém-se uma entrada na tabela de segmentos, que contém informações da tabela de páginas do segmento.

Memória Virtual por Segmentação com Paginação

- O NPV identifica unicamente a página virtual que contém o endereço, funcionando como um índice na tabela de páginas.
- O deslocamento indica a posição do endereço virtual em relação ao início da página na qual se encontra. O endereço físico é obtido, então, combinando-se o endereço do *frame*, localizado na tabela de páginas, com o deslocamento, contido no endereço virtual.


Segmento virtual
Endereço virtual
Num. segmento
Num. página
Deslocamento
Tabela de segmentos
ETS
End. da tabela de páginas
Tabela de páginas
ETP
Endereço do frame
Endereço do frame
Deslocamento
Endereço físico

Memória Virtual por Segmentação com Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Na visão do programador, sua aplicação continua sendo mapeada em segmentos de tamanhos diferentes, em função das sub-rotinas e estruturas de dados definidas no programa.

Memória Virtual por Segmentação com Paginação

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Por outro lado, o sistema trata cada segmento como um conjunto de páginas de mesmo tamanho, mapeadas por uma tabela de páginas associada ao segmento.
- Dessa forma, um segmento não precisa estar contíguo na memória principal, eliminando o problema da fragmentação externa encontrado na segmentação pura.

Swapping em Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- A técnica de *swapping* também pode ser aplicada em sistemas com memória virtual, permitindo aumentar o número de processos que compartilham a memória principal, e consequentemente, o grau de multiprogramação do sistema.

Swapping em Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Quando existem novo processos para serem executados e não há memória principal livre suficiente para alocação, o sistema utiliza o *swapping*, selecionando um ou mais processos para saírem da memória e oferecer espaço para novos processos.

Swapping em Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

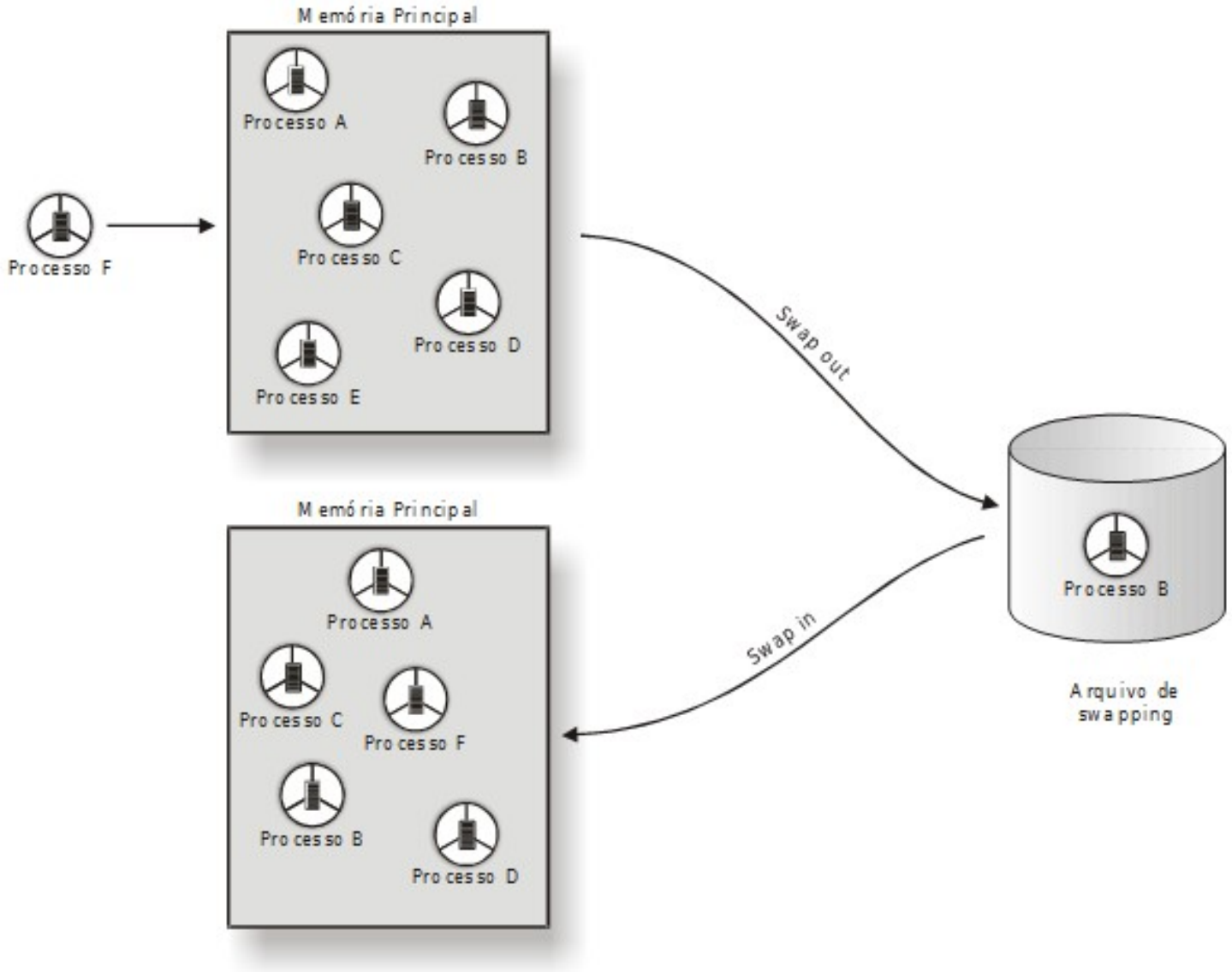
- Depois de escolhidos, o sistema retira os processos da memória principal para a memória secundárias (***swap out***), onde as páginas ou segmentos são gravados em um arquivo de *swap* (***swap file***).
- Com os processos salvos na memória secundária, os *frames* ou segmentos alocados são liberados para novos processos.

Swapping em Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Posteriormente, os processos que foram retirados da memória devem retornar para a memória principal (***swap in***) para serem novamente executados.

Swapping em Memória Virtual



Swapping em Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Há várias políticas que podem ser aplicadas na escolha dos processos que devem ser retirados da memória principal.
- Independente do algoritmo utilizado, o sistema tenta selecionar os processos com as menores chances de serem executados em um futuro próximo.
- Na maioria das políticas, o critério de escolha considera o estado do processo e sua prioridade.

Swapping em Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O *swapping* com base no estado dos processos seleciona, inicialmente, os processos que estão no estado de espera.
- A seleção pode ser refinada, em função do tipo de espera de cada processos.
- É possível que não existam processos suficientes no estado de espera para atender as necessidades de memória do sistema. Nesse caso, os processos no estado de pronto com menor prioridade deverão ser selecionados.

Swapping em Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O arquivo de *swap* é compartilhado por todos os processos que estão sendo executados no ambiente.
- Quando um processo é criado, o sistema reserva um espaço no arquivo de *swap* para o processo.
- Da mesma forma, quando um processo é eliminado o sistema libera a área alocada.

Swapping em Memória Virtual

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Alguns sistemas operacionais utilizam um único arquivo para uso como arquivo de paginação e de *swap*.
- Em alguns sistemas operacionais, o arquivo de *swap* é, na verdade, uma área em disco reservada exclusivamente para esta função.
- Independentemente da implementação, o arquivo de *swap* deve oferecer o melhor desempenho possível para as operações de *swapping*.

Thrashing

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- *Thrashing* pode ser definido como sendo a excessiva transferência de páginas/segmentos entre a memória principal e a memória secundárias.
- Esse problema está presente em sistemas que implementam tanto paginação como segmentação.

Thrashing

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Na memória virtual por paginação, o *thrashing* ocorre em dois níveis: no do próprio processo e no do sistema.
- No nível do processo, a excessiva paginação ocorre devido ao elevado número de *page faults* gerado pelo programa em execução.
- Esse problema faz com que o processo passe mais tempo esperando por páginas que realmente sendo executado.

Thrashing

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O *thrashing* no sistema ocorre quando existem mais processos competindo por memória principal que espaço disponível.
- Nesse caso, o primeiro passo é a redução do número de páginas de cada processo na memória; porém, esse mecanismo leva ao *thrasing* do processo.

Thrashing

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Caso a redução não seja suficiente, o sistema inicia o swapping, retirando processos da memória principal para a memória secundária.
- Se esse mecanismo for levado ao extremo, o sistema passará mais tempo realizando *swapping* que atendendo aos processos.

Thrashing

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- O *thrashing* em sistemas que implementam segmentação também ocorre em dois níveis.
- No nível do processo, a transferência excessiva de segmentos é devida à modularização extrema do programa.
- O *thrashing* no sistema é semelhante ao da paginação, com a ocorrência de *swapping* de processos para liberar memória para os demais.

Thrashing

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ

- Independentemente das soluções apresentadas, se existirem mais processos para serem executados que memória real disponível a única solução é a **expansão da memória principal**.
- É importante ressaltar que este problema não ocorre apenas em sistemas que implementam memória virtual, mas também em sistemas com outros mecanismos de gerência de memória.