



Universidade Estadual do Piauí - UESPI  
Campus Alexandre Alves de Oliveira - Parnaíba/PI  
Bacharelado em Ciência da Computação



# Memória Virtual

Sistemas Operacionais  
Átila R. Lopes

Here comes your footer

1

## INTRODUÇÃO

- Memória Virtual:
  - Técnica sofisticada que utiliza a memória principal e a secundária como se fosse uma só memória, com maior capacidade de armazenamento
- Quebra o vínculo do endereço referenciado pelo programa com o endereço físico da MP:
  - Programas e estruturas de dados podem ter endereços associados à Memória Secundária

Here comes your footer

2

## INTRODUÇÃO

- Carrega apenas “partes” dos processos na MP
  - Permite maior número de processos em execução
- Presente na maioria dos computadores atuais.
- Algumas funções são implementadas no hardware
  - Melhora o desempenho

Here comes your footer

3

## ESPAÇO DE ENDEREÇAMENTO VIRTUAL

- Processos são compostos por:
  - Contexto de hardware
  - Contexto de software
  - Espaço de endereçamento (E.E.)
- Em sistemas que utilizam MV, o espaço de endereçamento é chamado de E. E. Virtual
  - Representa o conjunto de endereços virtuais que o processo pode endereçar

Here comes your footer

4

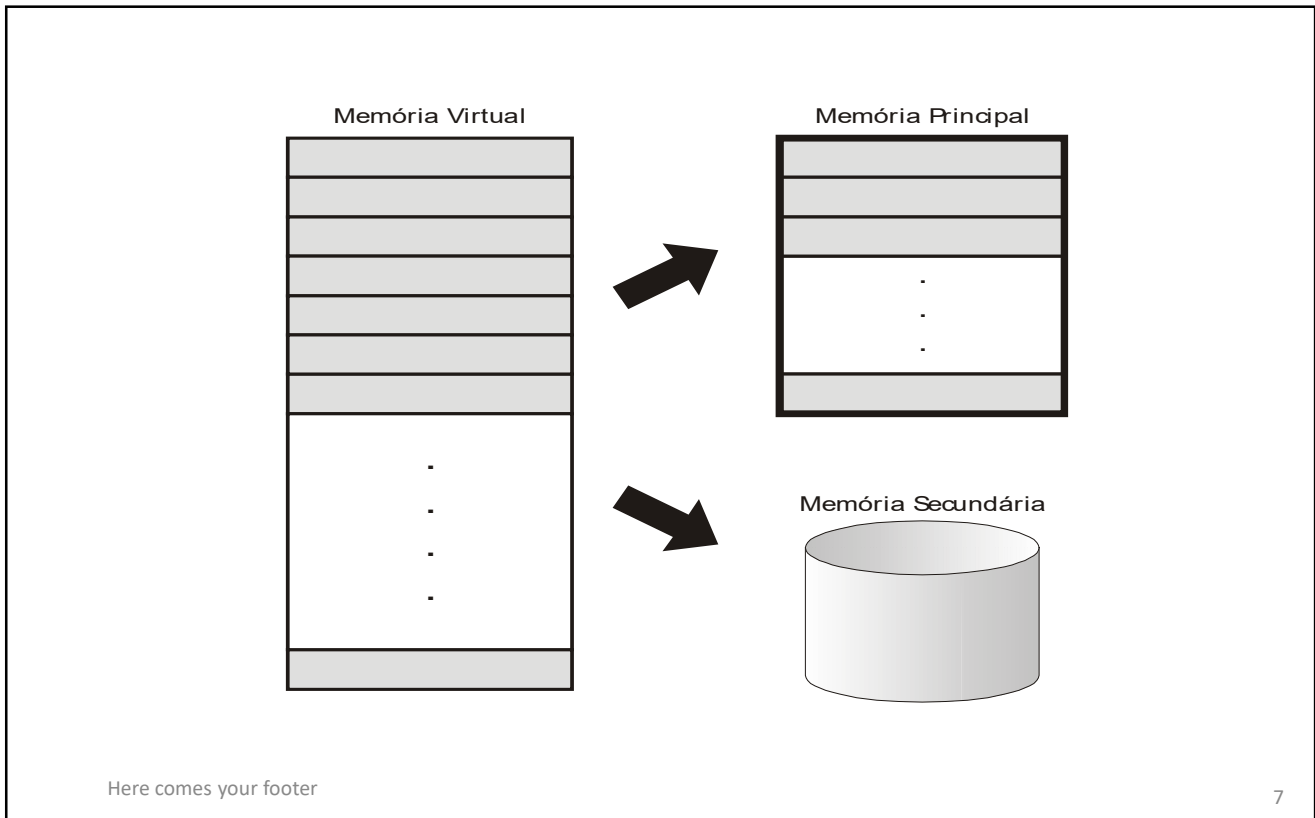
## ESPAÇO DE ENDEREÇAMENTO VIRTUAL

- Referencia a endereços semelhante a um vetor
  - Referencia ao vetor e não ao endereço físico da memória

Endereço Físico		
500		VET [1]
501		VET [2]
502		VET [3]
503		VET [4]
504		VET [5]
.	.	.
.	.	.
.	.	.
599		VET [100]

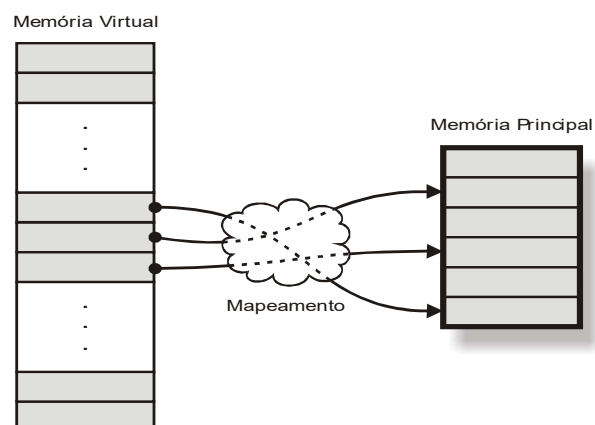
## ESPAÇO DE ENDEREÇAMENTO VIRTUAL

- Referência ao endereço virtual (EV):
  - O EV é traduzido para um endereço físico.
  - O mecanismo de tradução é chamado de **Mapeamento**
  - O EV pode estar fora da MP:
    - Não está limitado ao tamanho físico da MP
  - Utiliza a Memória Secundária como uma extensão da MP
    - Quando um programa é executado, apenas uma parte do seu código fica residente na memória principal, o restante fica na MS até ser referenciado



## MAPEAMENTO

- Mecanismo que traduz o endereço virtual em endereço real
- Permite alocar partes de um programa em endereços não contíguos da MP

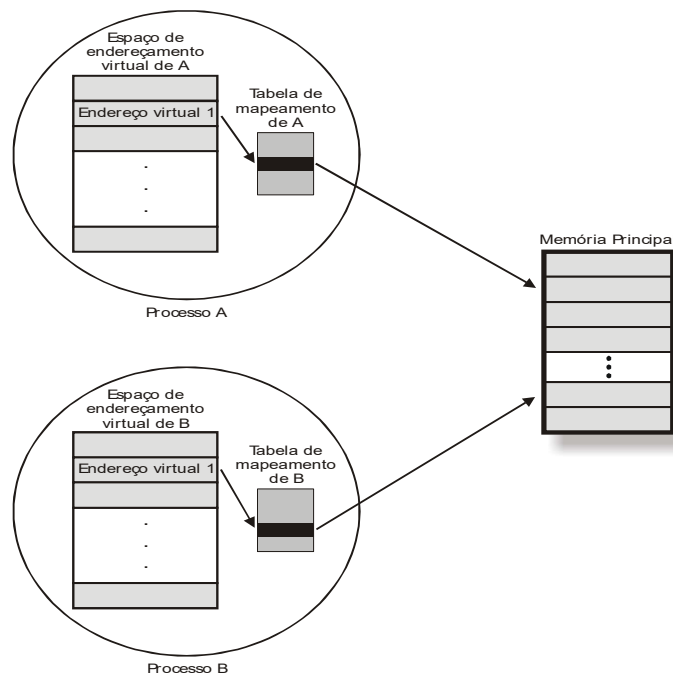


# MAPEAMENTO

- Em alguns sistemas o mapeamento é realizada pelo hardware MMU (Unidade de Gerência de Memória):
  - Não compromete o desempenho;
  - Transparente ao usuário.
- Cada processo possui os próprios:
  - Espaço de endereçamento virtual ; e
  - Tabela de mapeamento:

Here comes your footer

9



Here comes your footer

10

## MEMÓRIA VIRTUAL POR PAGINAÇÃO

Here comes your footer

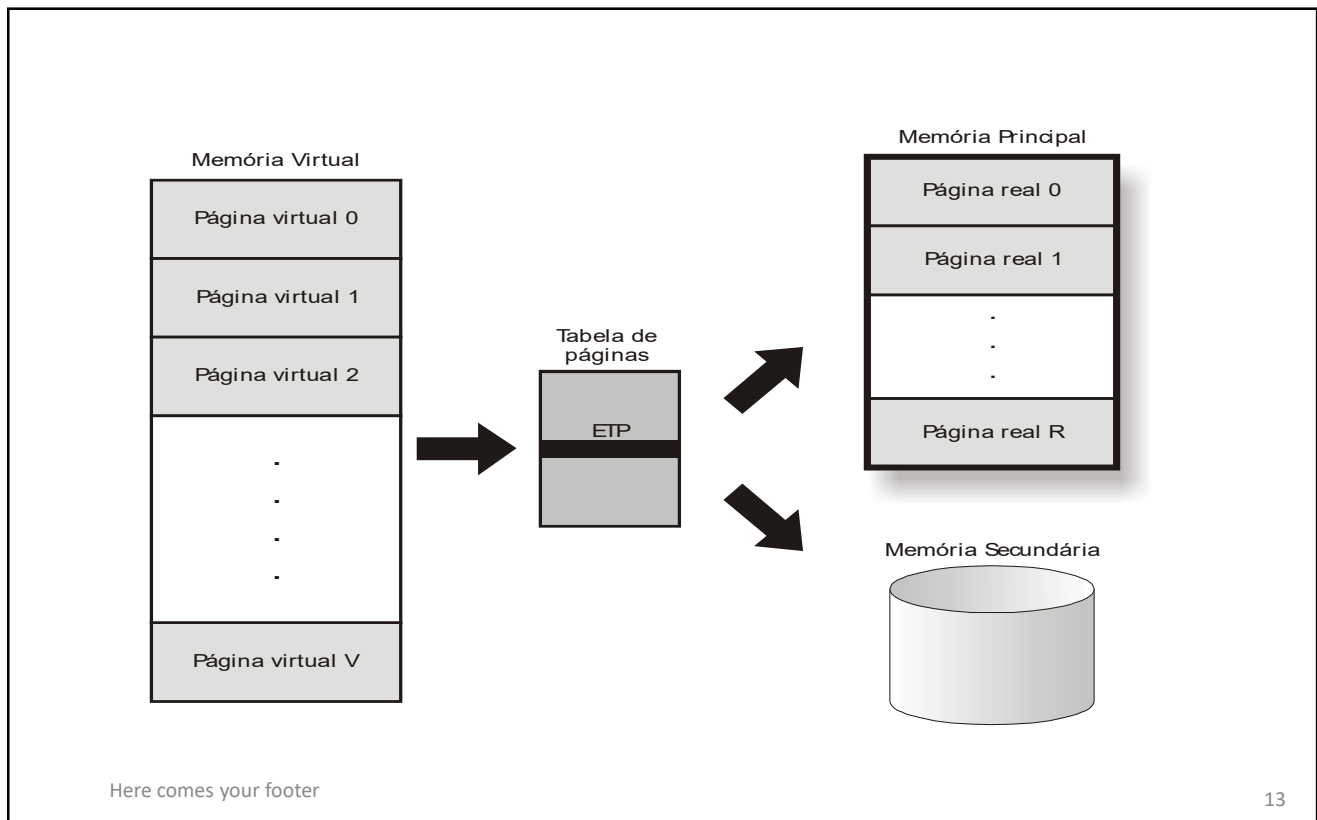
11

## MEMÓRIA VIRTUAL POR PAGINAÇÃO

- Os espaços de endereçamento (virtual e real) são divididos em blocos do mesmo tamanho (páginas)
  - Páginas no espaço virtual = Páginas virtuais;
  - Páginas no espaço real = Páginas reais ou frames
- O mapeamento é realizado através da tabela de página:
  - Cada página do processo possui uma entrada na tabela;
  - Informações da tabela permitem localizar a página real.

Here comes your footer

12



## MEMÓRIA VIRTUAL POR PAGINAÇÃO

- Quando um programa é executado:
  - As páginas virtuais são transferidas de memória secundária para a memória principal e colocadas nos frames.
- Referencia a um endereço virtual:
  - O mecanismo de mapeamento localizará na ETP o endereço físico de frame no qual se encontra o endereço real correspondente
- O endereço virtual é formado pelo:
  - número da página virtual (NPV)
  - deslocamento.

# MEMÓRIA VIRTUAL POR PAGINAÇÃO

## Endereço Virtual:

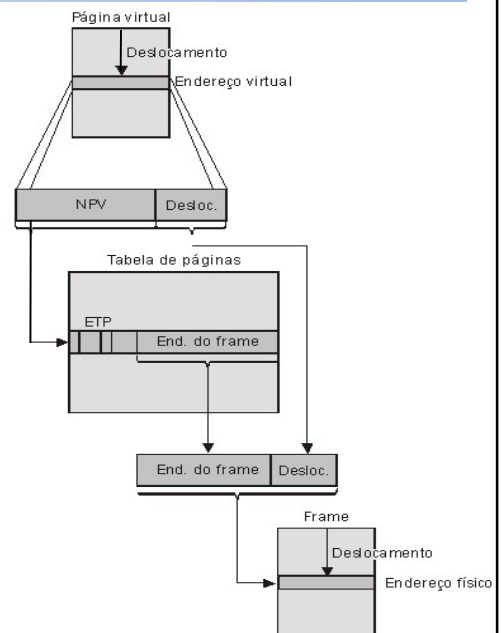
- NPV - identifica a página virtual que contém o endereço (índice na tabela de páginas).
- Deslocamento - posição do endereço virtual em relação ao início da página virtual.

## Tabela de páginas:

- ETP – índice da tabela identificado pelo NPV (contém o endereço do Frame)

## Endereço físico:

- Combinação do endereço do frame (tabela de páginas) com o deslocamento.



# MEMÓRIA VIRTUAL POR PAGINAÇÃO

- Outras informações da ETP (tabela de páginas):
  - Bit de validade:
    - indica se uma página está (1) ou não (0) na MP
  - Bit de proteção:
    - Permissão para escrita (1), leitura (0)
  - Bit de modificação:
    - Página modificada (1), página não modificada (0)
- **Page fault:** Situação que ocorre quando a página não está na MP
  - bit de validade = 0

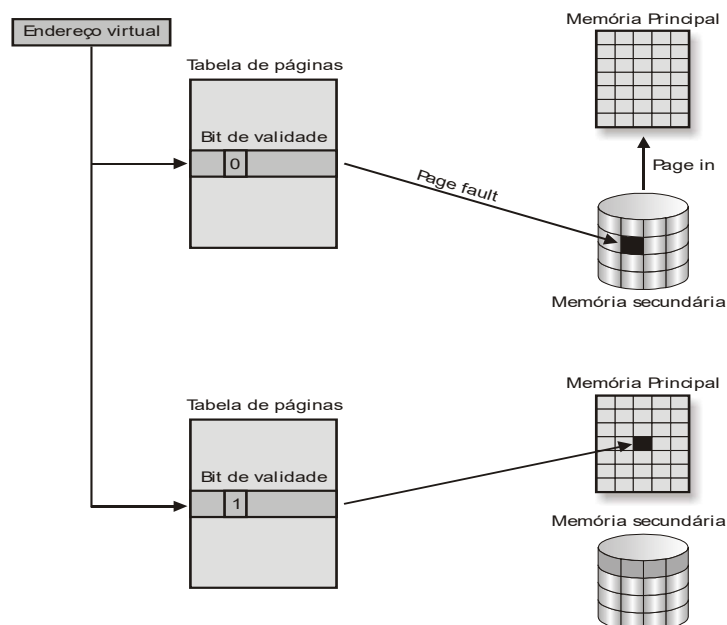


# MEMÓRIA VIRTUAL POR PAGINAÇÃO

- Page Fault:
  - SO transfere a página da MS para a MP (paginação)
  - O processo passa para o estado de bloqueado, até que a pagina seja transferida para a MP.
  - Após a transferência, o processo é colocado na fila de pronto e aguarda sua vez para continuar a execução
- O número de page faults = taxa de paginação:
  - Se a taxa de paginação for muito alta, o sistema perde desempenho

Here comes your footer

17



Here comes your footer

18

## POLÍTICA DE BUSCA DE PÁGINAS

- O mecanismo de MV, permite a execução de um programa sem que seu código esteja completamente residente na MP.
- A política de busca de páginas determina quando uma página deve ser carregada para a MP.
- A busca pode ocorrer de 2 formas:
  - Paginação por demanda
  - Paginação antecipada

Here comes your footer

19

## POLÍTICA DE BUSCA DE PÁGINAS

- Paginação por demanda
  - As páginas são transferidas da MS para a MP apenas quando referenciadas
- Paginação antecipada
  - O sistema carrega além da página referenciada, outras páginas que podem ser necessárias ao processo ao longo de sua execução
  - Essa política determina quantos frames cada processo pode manter na MP.
  - Existem 2 alternativas:
    - Alocação fixa
    - Alocação variável

Here comes your footer

20

## POLÍTICAS DE ALOCAÇÃO DE PÁGINAS

- Alocação fixa
  - Cada processo tem um número máximo de frames;
  - Caso o número de páginas reais seja insuficiente, uma página do processo deve ser descartada para que uma nova seja carregada.
  - O limite de páginas pode ser igual para todos os processos, ou definido no momento da criação dos processos;
  - Essas informações ficam contidas no Contexto de Software

Here comes your footer

21

## POLÍTICAS DE ALOCAÇÃO DE PÁGINAS

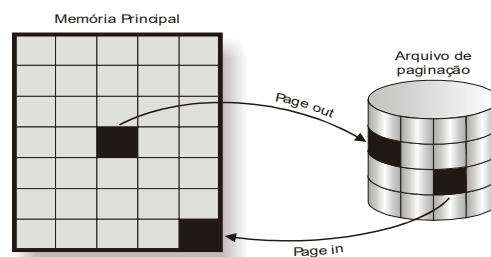
- Problemas da alocação fixa
  - Número de páginas alocadas for pequeno;
    - elevado número de page faults
  - Número de páginas for grande;
    - fragmentação
  - Quando um processo atinge seu limite de alocação de frames e necessita alocar novas páginas;
    - O SO deve selecionar, dentre as páginas alocadas, qual deverá ser liberada (substituição de páginas).
  - Uma página real quando liberada por um processo pode ser usada por qualquer outro processo;

Here comes your footer

22

## POLÍTICA DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- A política de substituição de páginas deve considerar se uma página foi ou não modificada antes de liberá-la;
  - Caso haja, o SO grava o conteúdo da página antes de descartá-la.



## POLÍTICA DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- Page out: mecanismo que guarda o conteúdo da página;
- Page in: mecanismo que carrega uma página da MS para a MP
- Classificação:
  - Política de substituição local
  - Política de substituição global

## POLÍTICA DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- Política de substituição local
  - Apenas as páginas do processo solicitante são candidatas a substituição
- Política de substituição global
  - Todas as páginas alocadas na MP são candidatas a substituição
- Obs: Algumas páginas não podem ser candidatas.

Here comes your footer

25

## ALGORITMOS DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- Buscam selecionar os frames com menores chances de serem referenciados logo;
- Caso contrário pode afetar o desempenho do sistema

Here comes your footer

26

## ALGORITMOS DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- Analisam o histórico dos processos:
  - Nº de referencias;
  - O momento em que foi carregada para MP;
  - O intervalo de tempo da última referencia;
- A melhor estratégia de substituição:
  - Escolhe o frame que não será mais utilizado;
  - Frame que passe mais tempo para ser referenciada;
- Tipos:
  - Ótimo; aleatório; Fifo; LFU; LRU

Here comes your footer

27

## ALGORITMOS DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- ÓTIMO
  - Seleciona um frame que não será ou que passa mais tempo para ser referenciado;
  - É praticamente impossível de ser implementado:
    - O SO não tem como ser preciso sobre o comportamento futuro das aplicações.
  - Usado apenas como comparativo.

Here comes your footer

28

## ALGORITMOS DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- ALEATÓRIO
  - Escolha aleatória;
  - Consome pouco recurso do sistema;
  - Pouco utilizado (baixa eficiência).

Here comes your footer

29

## ALGORITMOS DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- FIFO
  - Seleciona a página que primeiro foi usada;
  - Armazena o instante que as páginas são carregada ou utiliza uma estrutura de fila;
  - Raramente implementado:
    - Nem sempre a página mais antiga é a menos referenciada;

## ALGORITMOS DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- LFU (Least-Frequently-Used)
  - Seleciona a página menos referenciada:
    - O frame menos usado;
  - Utiliza um contador de referência para cada página;
    - Escolhe a página de menor contador.

Here comes your footer

31

## ALGORITMOS DE SUBSTITUIÇÃO DE PÁGINAS

- LRU (Least-Recently-Used)
  - Escolhe a página que está a mais tempo sem ser referenciada;
  - Armazena o momento do ultimo acesso de cada página:
    - Atualizada a cada nova referencia.

Here comes your footer

32



## PROTEÇÃO DE MEMÓRIA

- Protege áreas de memória e processos de usuários.
- A proteção restringi-se ao tipo de permissão de acesso:
  - Utilizando informações da ETP
    - Alguns bits especificam os acessos permitidos



Here comes your footer

33

## PROTEÇÃO DE MEMÓRIA

- Utiliza 2 bit's para indicar o tipo de acesso:
  - Leitura
  - Gravação
- Combinados produzem um mecanismo de proteção simples e eficiente
  - Acesso total
  - Acesso intermediário
  - Falta de acesso

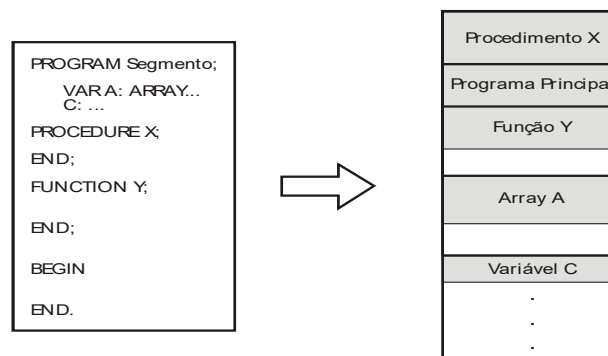
LG	Descrição
00	Sem acesso
10	Acesso de leitura
11	Acesso para leitura/gravação

Here comes your footer

34

## MEMÓRIA VIRTUAL POR SEGMENTAÇÃO

- Técnica onde o espaço de endereçamento virtual é dividido em blocos de tamanhos diferentes (segmentos);
- Um programa é dividido logicamente em sub-rotinas e estruturas de dados, que são alocados em segmentos na MP;



## MEMÓRIA VIRTUAL POR SEGMENTAÇÃO

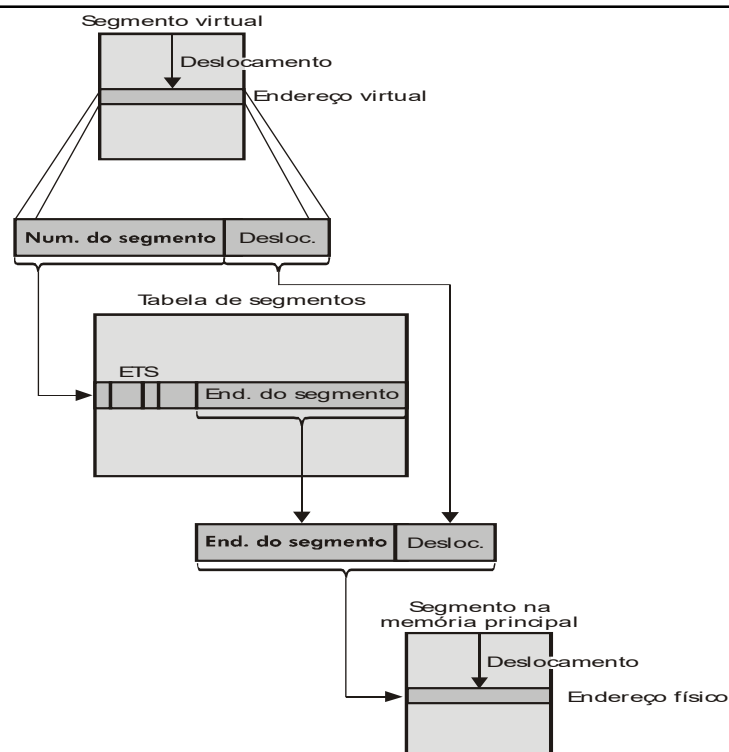
- Existe uma relação entre a lógica do programa e sua alocação na MP.
- A definição dos segmentos é realizada pelo compilador, baseado no código fonte:
  - cada segmento pode representar um procedimento, vetor, função ou pilha.

## MEMÓRIA VIRTUAL POR SEGMENTAÇÃO

- Espaço de endereçamento virtual:
  - Possui um número máximo de segmentos.
  - Cada segmento pode variar de tamanho.
  - O tamanho do segmento pode ser alterado durante a execução.
- O mapeamento é semelhante à paginação.
  - Tabela de Mapeamento de Segmentos (TMS)

Here comes your footer

37



Here comes your footer

38

## MEMÓRIA VIRTUAL POR SEGMENTAÇÃO

- A ETS também possui informações adicionais

Campo	Descrição
Tamanho	Especifica o tamanho do segmento
Bit de Validade	Indica se o segmento está na MP
Bit de Modificação	Indica se o segmento foi alterado
Bit de Referência	Indica se o segmento foi recentemente referenciado (utilizado pelo algoritmo de substituição)
Proteção	Indica a proteção do segmento

Here comes your footer

39

## MEMÓRIA VIRTUAL POR SEGMENTAÇÃO

- Vantagem:
  - Trabalha com estruturas de dados dinâmicas (pilhas e listas)
    - Paginação - Alocar nova página;
    - Segmentação - Alterado o tamanho do segmento
- Aplicação sem módulos:
  - Segmentos grandes na memória.

Here comes your footer

40

## MEMÓRIA VIRTUAL POR SEGMENTAÇÃO

- Políticas de alocação:
  - Mesma da alocação particionada dinâmica (best-fit, worst-fit ou first-fit).
- Existe o problema da fragmentação externa
  - várias áreas livres separadas
    - formar uma única área livre maior
- Proteção:
  - Semelhante ao da paginação
    - Bits de proteção

Here comes your footer

41

## M. V. POR SEGMENTAÇÃO COM PAGINAÇÃO

- Mistura das técnicas de MV por Paginação e Segmentação:
  - Oferece as vantagens da paginação como da segmentação
- O espaço de endereçamento é dividido em segmentos e, por sua vez, cada segmento é dividido em páginas

Here comes your footer

42

## M. V. POR SEGMENTAÇÃO COM PAGINAÇÃO

- O endereço virtual:
  - Formado pelo número do segmento virtual (NSV), pelo número da página virtual (NPV) e um deslocamento.
- O NSV identifica o endereço na Tabela de Segmentos, que contém informações da Tabela de Páginas.

Here comes your footer

43

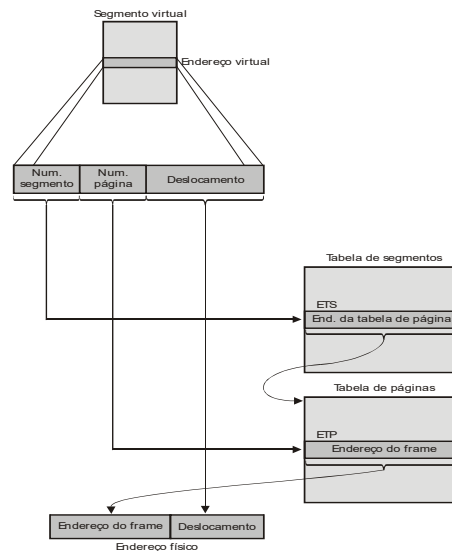
## M. V. POR SEGMENTAÇÃO COM PAGINAÇÃO

- O NPV identifica a página virtual, que contém o endereço do frame.
- O endereço físico é obtido combinando o endereço do frame (T. P.) e o deslocamento (end. virtual).

Here comes your footer

44

## M. V. POR SEGMENTAÇÃO COM PAGINAÇÃO



Here comes your footer

45

## M. V. POR SEGMENTAÇÃO COM PAGINAÇÃO

- Para o programador sua aplicação continua sendo mapeada em segmentos.
- O sistema trata cada segmento como um conjunto de páginas do mesmo tamanho, mapeadas por uma tabela de páginas associada ao segmento.

Here comes your footer

46