

Sistemas Operacionais

Prof. Jó Ueyama

Apresentação baseada nos slides da Profa. Kalinka Castelo Branco, do Prof. Dr. Antônio Carlos Sementille e da Profa. Dra. Luciana A. F. Martimiano e nas transparências fornecidas no site de compra do livro “Sistemas Operacionais Modernos”

Sistema de Arquivos

- ★ Parte do Sistema Operacional mais visível ao usuário
- ★ Os arquivos de um sistema computacional são manipulados por meio de chamadas (*system calls*) ao Sistema Operacional;

Sistema de Arquivos

- * Três importantes requisitos são considerados no armazenamento de informações:
 - Possibilidade de armazenar e recuperar uma grande quantidade de informação;
 - Informação gerada por um processo deve continuar a existir após a finalização desse processo:
 - * Ex.: banco de dados;
 - Múltiplos processos podem acessar informações de forma concorrente:
 - * Informações podem ser independentes de processos;

Sistema de Arquivos

- ✱ Para atender a esses requisitos, informações são armazenadas em discos (ou alguma outra mídia de armazenamento) em unidades chamadas arquivos;
- ✱ Processos podem ler ou escrever em arquivos, ou ainda criar novos arquivos;
- ✱ Informações armazenadas em arquivos devem ser **persistentes**, ou seja, não podem ser afetadas pela criação ou finalização de um processo;

Sistema de Arquivos

- * Arquivos são manipulados pelo Sistema Operacional;
- * Tarefas:
 - Estrutura de arquivos;
 - Nomes;
 - Acessos;
 - Proteção;
 - Implementação;
- * **SISTEMA de ARQUIVOS**: parte do SO responsável por manipular arquivos!!!

Sistema de Arquivos

- ★ Arquivos são manipulados pelo Sistema Operacional;
- ★ Tarefas:
 - Estrutura de arquivos;
 - Nomes;
 - Acessos;
 - Proteção;
 - Implementação;
- ★ **SISTEMA de ARQUIVOS**: parte do SO responsável por manipular arquivos!!!

Sistema de Arquivos

- ★ **Usuário: Alto nível**
 - Interface → como os arquivos aparecem;
 - Como arquivos são nomeados e protegidos;
 - Quais operações podem ser realizadas;
- ★ **SO: Baixo nível**
 - Como arquivos são armazenados fisicamente;
 - Como arquivos são referenciados (*links*);

Sistema de Arquivos

Arquivos

- ★ Arquivos:
 - Nomes;
 - Estrutura;
 - Tipos;
 - Acessos;
 - Atributos;
 - Operações;

Sistema de Arquivos

Nomes de arquivos

- ★ Quando arquivos são criados, nomes são atribuídos a esses arquivos;
- ★ Arquivos são referenciados por meio de seus nomes;
- ★ Tamanho: até 255 caracteres;
 - Restrição: MS-DOS aceita de 1-8 caracteres;
- ★ Letras, números, caracteres especiais podem compor nomes de arquivos:
 - Caracteres permitidos: A-Z, a-z, 0-9, \$, %, ', @, {, }, ~, `, !, #, (,), &
 - Caracteres **não** permitidos: ?, *, /, \, “, |, <, >, :

Sistema de Arquivos

Nomes de arquivos

- ★ Alguns Sistemas Operacionais são sensíveis (*Case Sensitive*) a letras maiúsculas e minúsculas e outros não;
 - UNIX é sensível :
 - ★ Ex.: exemplo.c é diferente de Exemplo.c;
 - MS-DOS não é sensível:
 - ★ Ex.: exemplo.c é o mesmo que Exemplo.c;
- ★ Win95/Win98/WinNT/Win2000 herdaram características do sistema de arquivos do MS-DOS;
 - No entanto, WinNT/Win2000 possuem um sistema de arquivos próprio → NTFS (*New Technology File System*);

Sistema de Arquivos

Nomes de arquivos

- ★ Alguns sistemas suportam uma extensão relacionada ao nome do arquivo:
 - MS-DOS: 1-3 caracteres; suporta apenas uma extensão;
 - UNIX:
 - ★ Extensão pode conter mais de 3 caracteres;
 - ★ Suporta mais de uma extensão: Ex.: exemplo.c.Z (arquivo com compressão);
 - ★ Permite que arquivos sejam criados sem extensão;

Sistema de Arquivos

Nomes de arquivos

- ★ Uma extensão, geralmente, associa o arquivo a algum aplicativo (associação feita pelo aplicativo):
 - .doc – Microsoft Word;
 - .c – Compilador C;
- ★ SO pode ou não associar as extensões aos aplicativos:
 - Unix não associa;
 - Windows associa;

Sistema de Arquivos

Nomes de arquivos

Extensão	Significado
File.bak	Arquivo de backup
File.gif	Formato de imagens gráficas (<i>Graphical Interchange Format</i>)
File.hlp	Arquivo de “ajuda”
File.mp3	Arquivo de áudio padrão MPEG (<i>Moving Picture Expert Group</i> – padrão de compressão de vídeo digital e áudio)
File.pdf	Arquivo <i>Portable Document Format</i>
File.txt	Arquivo texto

Sistema de Arquivos

Estrutura de arquivos

- * Arquivos podem ser estruturados de diferentes maneiras:
 - a) Seqüência não estruturada de bytes
 - * Para o SO arquivos são apenas conjuntos de bytes;
 - * SO não se importa com o conteúdo do arquivo;
 - Significado deve ser atribuído pelos programas em nível de usuário (aplicativos);
 - * Vantagem:
 - Flexibilidade: os usuários nomeiam seus arquivos como quiserem;
 - * Ex.: UNIX e Windows;

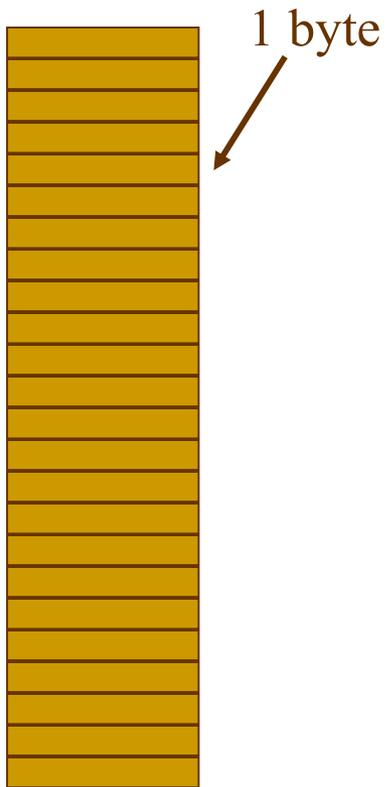
Sistema de Arquivos

Estrutura de arquivos

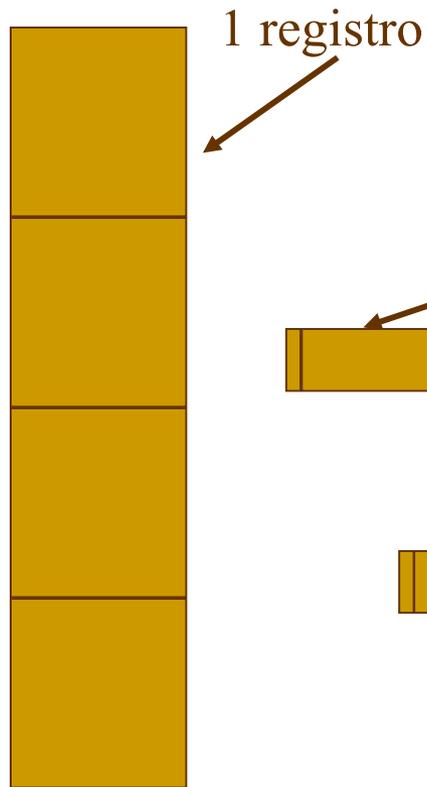
- b) Seqüência de registros de tamanho fixo, cada qual com uma estrutura interna → leitura/escrita são realizadas em registros;
 - * SOs mais antigos → *mainframes* e cartões perfurados (80 caracteres);
 - * Nenhum sistema atual utiliza esse esquema;
- c) Árvores de registros (tamanho variado), cada qual com um campo **chave** em uma posição fixa:
 - * SO decide onde colocar os arquivos;
 - * Usado em *mainframes* atuais;

Sistema de Arquivos

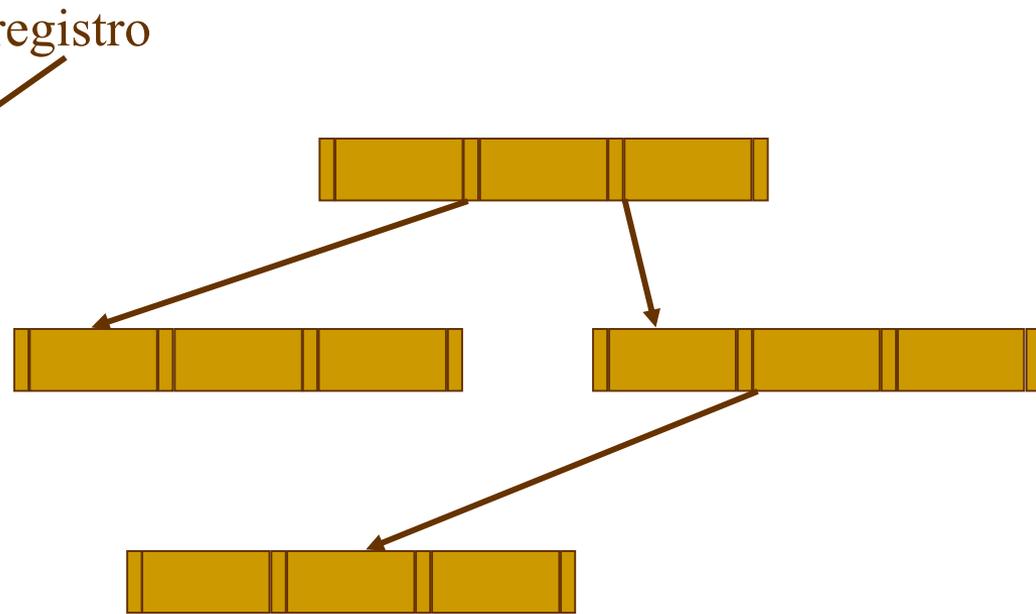
Estrutura de arquivos



a)



b)



c)

Sistema de Arquivos

Tipos de arquivos

- ★ **Arquivos regulares** → são aqueles que contêm informações dos usuários;
- ★ **Diretórios** → são arquivos responsáveis por manter a estrutura do Sistema de Arquivos;
- ★ **Arquivos especiais de caracteres** → são aqueles relacionados com E/S e utilizados para modelar dispositivos seriais de E/S;
 - Ex.: impressora, interface de rede, terminais;
- ★ **Arquivos especiais de bloco** → são aqueles utilizados para modelar discos;
 - e.g., ler blocos de dados de/para cache

Sistema de Arquivos

Tipos de arquivos

- * Arquivos regulares podem ser de dois tipos:
 - ASCII:
 - * Consistem de linhas de texto;
 - * Facilitam integração de arquivos;
 - * Podem ser exibidos e impressos como são;
 - * Podem ser editados em qualquer Editor de Texto;
 - * Ex.: arquivos texto;
 - Binário:
 - * Todo arquivo não ASCII;
 - * Possuem uma estrutura interna conhecida pelos aplicativos que os usam;
 - * Ex.: programa executável;

Sistema de Arquivos

Tipos de arquivos

```
00000000 68 65 6C 6C 6F 0D 0A
```

```
hello..
```

```
00000000 7B 5C 72 74 66 31 5C 61 6E 73 69 5C 61 6E 73 69 {\rtf1\ansi\ansi
00000010 63 70 67 31 32 35 32 5C 64 65 66 66 30 5C 64 65 cpg1252\deff0\de
00000020 66 6C 61 6E 67 33 30 38 31 7B 5C 66 6F 6E 74 74 flang3081{\fontt
00000030 62 6C 7B 5C 66 30 5C 66 73 77 69 73 73 5C 66 63 bl{\f0\fswiss\fc
00000040 68 61 72 73 65 74 30 20 41 72 69 61 6C 3B 7D 7D harset0 Arial;}}
00000050 0D 0A 7B 5C 2A 5C 67 65 6E 65 72 61 74 6F 72 20 ..{\*\generator
00000060 4D 73 66 74 65 64 69 74 20 35 2E 34 31 2E 31 35 Msftedit 5.41.15
00000070 2E 31 35 30 33 3B 7D 5C 76 69 65 77 6B 69 6E 64 .1503;}\viewkind
00000080 34 5C 75 63 31 5C 70 61 72 64 5C 66 30 5C 66 73 4\ucl\pard\f0\fs
00000090 32 30 20 68 65 6C 6C 6F 5C 70 61 72 0D 0A 5C 70 20 hello\par..\p
000000A0 61 72 0D 0A 7D 0D 0A 00 ar..}...
```

Sistema de Arquivos

Acessos em arquivos

- * SOs mais antigos ofereciam apenas acesso seqüencial no disco → leitura em ordem byte a byte (registro a registro);
- * SOs mais modernos fazem acesso randômico ou aleatório;
 - Acesso feito por **chave**;
 - * Ex.: base de dados de uma empresa de aérea;
 - Métodos para especificar onde iniciar leitura:
 - * Operação `Read` → posição no arquivo que se inicia a leitura;
 - * Operação `Seek` → marca posição corrente permitindo leitura seqüencial;

Sistema de Arquivos

Atributos de arquivos

- ★ Além do nome e dos dados, todo arquivo tem outras informações associadas a ele
→ **atributos**;
- ★ A lista de atributos varia de SO para SO;

Sistema de Arquivos

Atributos de arquivos

Atributo	Significado
Proteção	Quem acessa o arquivo e de que maneira
Senha	Chave para acesso ao arquivo
Criador	Identificador da pessoa que criou o arquivo
Dono	Dono corrente
<i>Flag</i> de leitura	0 para leitura/escrita; 1 somente para leitura
<i>Flag</i> de oculto	0 para normal; 1 para não aparecer
<i>Flag</i> de sistema	0 para arquivos normais; 1 para arquivos do sistema
<i>Flag</i> de repositório	0 para arquivos com <i>backup</i> ; 1 para arquivos sem <i>backup</i>

Sistema de Arquivos

Atributos de arquivos

Atributo	Significado
Momento da criação	Data e hora que o arquivo foi criado
Momento do último acesso	Data e hora do último acesso ao arquivo
Momento da última mudança	Data e hora da última modificação do arquivo
Tamanho	Número de bytes do arquivo
Tamanho Máximo	Número máximo de bytes que o arquivo pode ter

Sistema de Arquivos

Operações em arquivos

- ★ Diferentes sistemas provêm diferentes operações que permitem armazenar e recuperar arquivos;
- ★ Operações mais comuns (*system calls*):
 - Create; Delete;
 - Open; Close;
 - Read; Write; Append;
 - Seek;
 - Get attributes; Set attributes;
 - Rename;

Sistema de Arquivos

Arquivos mapeados em memória

- ★ Alguns SOs permitem que arquivos sejam mapeados diretamente no espaço de endereçamento (virtual) de um processo em execução → acesso mais rápido;
- ★ *System Calls*: `Map` e `unmap`;
- ★ Funciona melhor em sistemas que suportam segmentação;

Sistema de Arquivos

Arquivos mapeados em memória

* Problemas:

- Difícil prever o tamanho de arquivos de saída;
- Compartilhamento de arquivos entre diferentes processos → SO não deve permitir acesso a arquivos com dados inconsistentes;
- Arquivo pode ser maior que um segmento ou maior que o espaço virtual utilizado → mapear pequenas partes do arquivo;

Sistema de Arquivos

Diretórios

- ★ **Diretórios** → são arquivos responsáveis por manter a estrutura do Sistema de Arquivos;
- ★ Organização;
- ★ Operações;

Sistema de Arquivos

Diretórios

- ★ Organização pode ser feita das seguintes maneiras:
 - Nível único (*Single-level*);
 - Dois níveis (*Two-level*);
 - Hierárquica;

Sistema de Arquivos

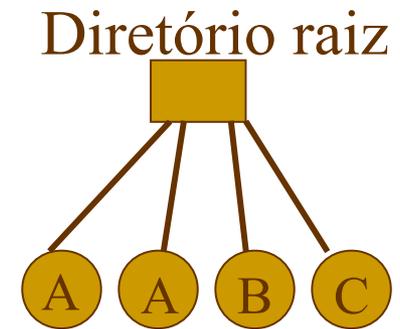
Diretórios – Nível único

- ★ Apenas um diretório contém todos os arquivos → diretório raiz (*root directory*);
- ★ Computadores antigos utilizavam esse método, pois eram monousuário;
- ★ Exceção: CDC 6600 → supercomputador que utilizava-se desse método, apesar de ser multiusuário;
- ★ Vantagens:
 - Simplicidade;
 - Eficiência;

Sistema de Arquivos

Diretórios – Nível único

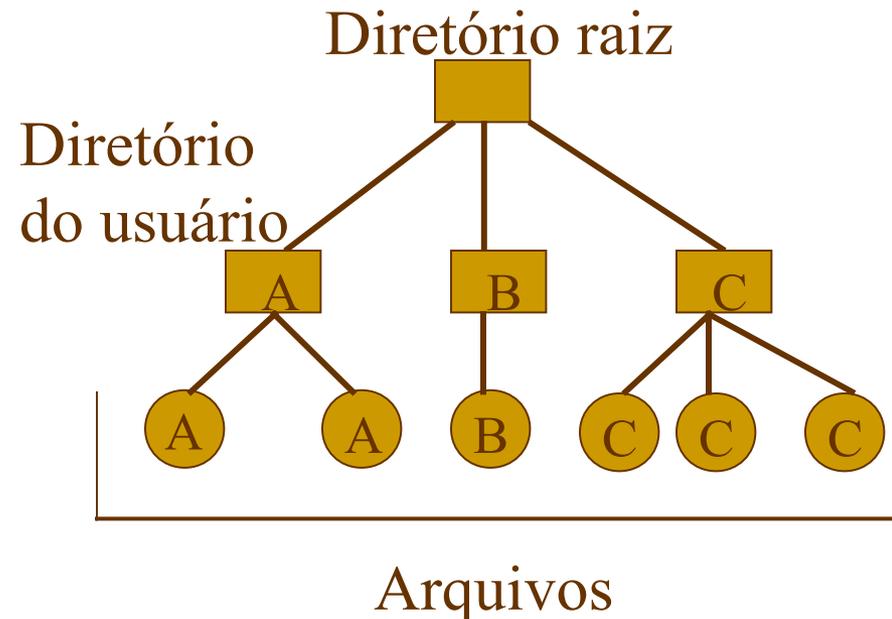
- * 04 arquivos;
- * Três diferentes proprietários;
- * Desvantagens:
 - Sistemas multiusuários: Diferentes usuários podem criar arquivos como mesmo nome;
 - Exemplo:
 - * Usuários A e B criam, respectivamente, um arquivo *mailbox*;
 - * Usuário B sobrescreve arquivo do usuário A



Sistema de Arquivos

Diretórios – Dois níveis

- * Cada usuário possui um diretório privado;
- * Sem conflitos de nomes de arquivos;
- * Procedimento de *login*: identificação;
- * Compartilhamento de arquivos → programas executáveis do sistema;
- * Desvantagem:
 - Usuário com muitos arquivos;



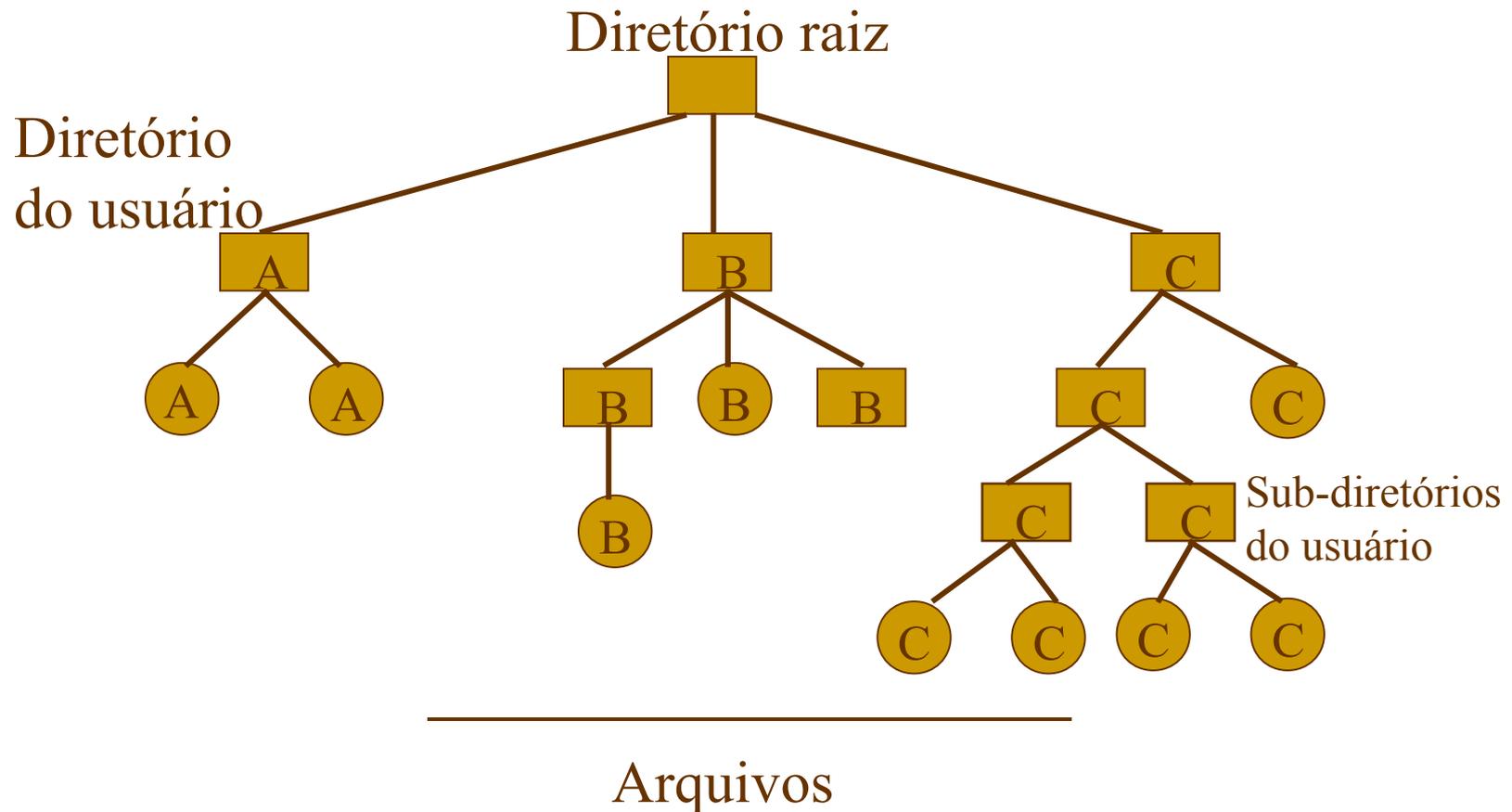
Sistema de Arquivos

Diretórios – Hierárquico

- ★ Hierarquia de diretórios → árvores de diretórios;
 - Usuários podem querer agrupar seus arquivos de maneira lógica, criando diversos diretórios que agrupam arquivos;
- ★ Sistemas operacionais modernos utilizam esse método;
- ★ Flexibilidade;

Sistema de Arquivos

Diretórios – Hierárquico



Sistema de Arquivos

Diretórios – Caminho (*path name*)

- ★ O método hierárquico requer métodos pelos quais os arquivos são acessados;
- ★ Dois métodos diferentes:
 - Caminho absoluto (*absolute path name*);
 - Caminho relativo (*relative path name*);

Sistema de Arquivos

Diretórios – Caminho (*path name*)

- * Caminho absoluto: consiste de um caminho a partir do diretório raiz até o arquivo;
 - É ÚNICO;
 - Funciona independentemente de qual seja o diretório corrente;
 - Ex.:
 - * UNIX: */usr/ast/mailbox*;
 - * Windows: *\usr\ast\mailbox*;

Sistema de Arquivos

Diretórios – Caminho (*path name*)

- * Diretório de Trabalho (*working directory*) ou diretório corrente (*current directory*);
- * Caminho relativo é utilizado em conjunto com o diretório corrente;
- * Usuário estabelece um diretório como sendo o diretório corrente; nesse caso caminhos não iniciados no diretório raiz são tido como relativos ao diretório corrente;
 - Exemplo:
 - * `cp /usr/ast/mailbox /usr/ast/mailbox.bak`
 - * *Diretório corrente: /usr/ast* → `cp mailbox mailbox.bak`

Sistema de Arquivos

Diretórios – Caminho (*path name*)

- ★ “.” → diretório corrente;
- ★ “..” → diretório pai (anterior ao corrente);
- ★ Ex.: diretório corrente /usr/ast:

```
cp ../lib/dictionary .
```

```
cp /usr/lib/dictionary .
```

```
cp /usr/lib/dictionary dictionary
```

```
cp /usr/lib/dictionary  
/usr/ast/dictionary
```

Sistema de Arquivos

Diretórios – Operações

- Create; Delete;
- Opendir; Closedir;
- Readdir;
- Rename;
- Link (um arquivo pode aparecer em mais de um diretório);
- Unlink;

Implementando o Sistema de arquivos

- ★ Implementação do Sistema de Arquivos:
 - Como arquivos e diretórios são armazenados;
 - Como o espaço em disco é gerenciado;
 - Como tornar o sistema eficiente e confiável;

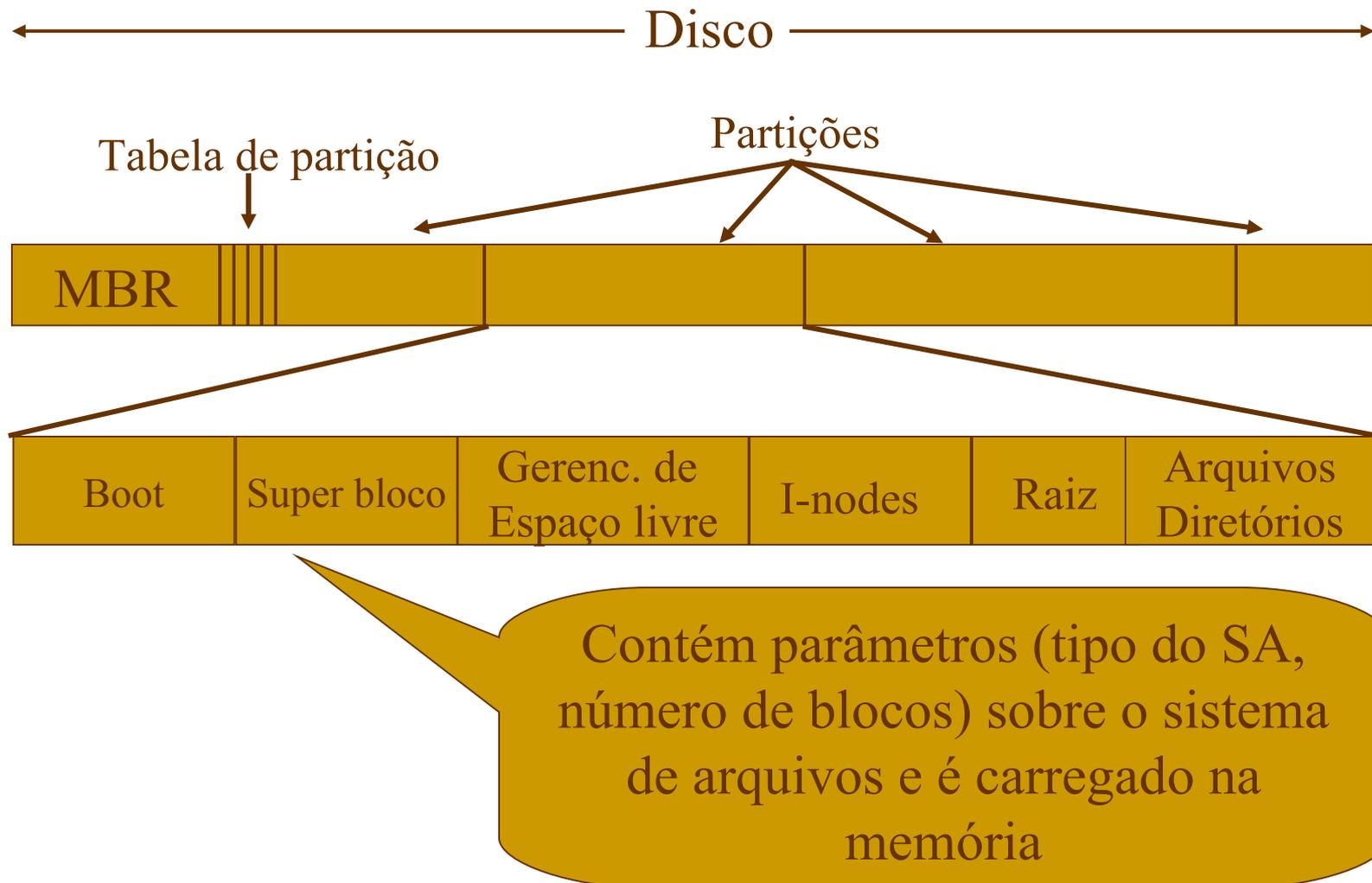
Implementando o Sistema de arquivos - *Layout*

- ★ Arquivos são armazenados em discos;
- ★ Discos podem ser divididos em uma ou mais partições, com sistemas de arquivos independentes;
- ★ Setor 0 do disco é destinado ao MBR – *master boot record*; que é responsável pela a tarefa de *boot* do computador;
 - MBR possui a tabela de partição, com o endereço inicial e final de cada partição;
 - BIOS lê e executa o MBR;

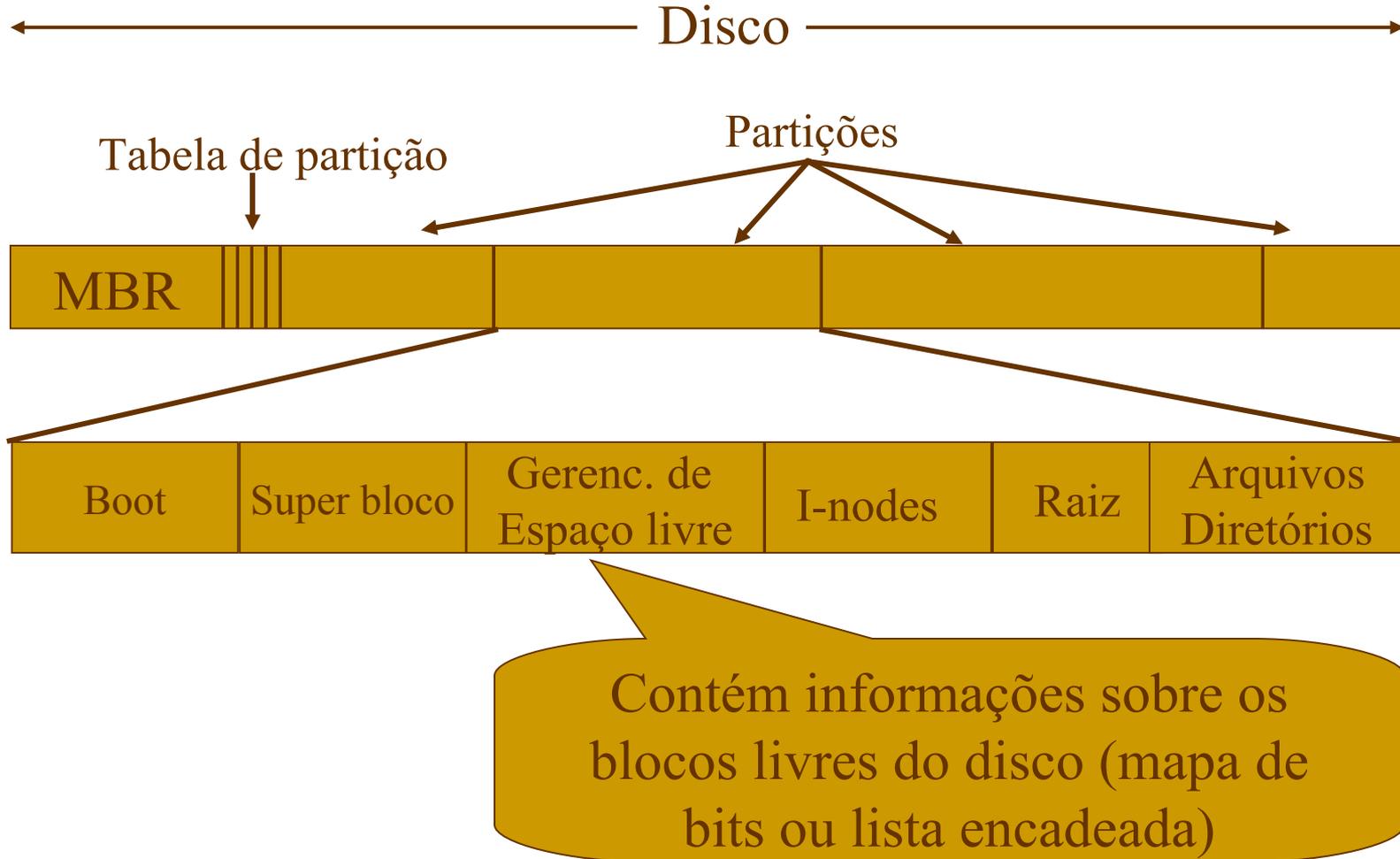
Implementando o Sistema de arquivos - *Layout*

- ★ Tarefas básicas que o BIOS executa do MBR (pode variar dependendo do SO):
 - 1ª → localizar a partição ativa;
 - 2ª → ler o primeiro bloco dessa partição, chamado bloco de *boot* (*boot block*);
 - 3ª → executar o bloco de *boot* ;
- ★ *Layout* de um Sistema de Arquivos pode variar; mas a idéia geral é a seguinte:

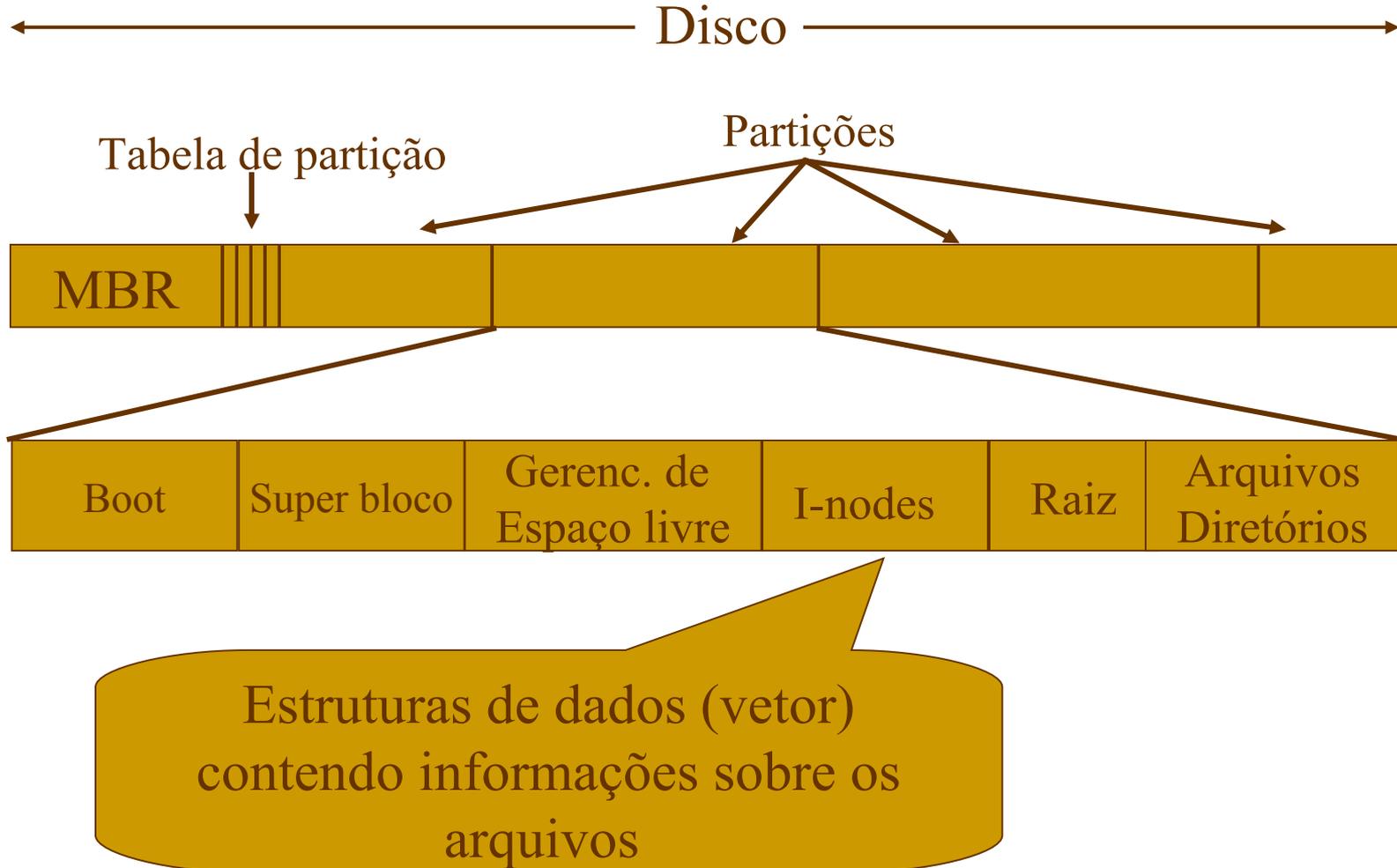
Implementando o Sistema de arquivos - *Layout*



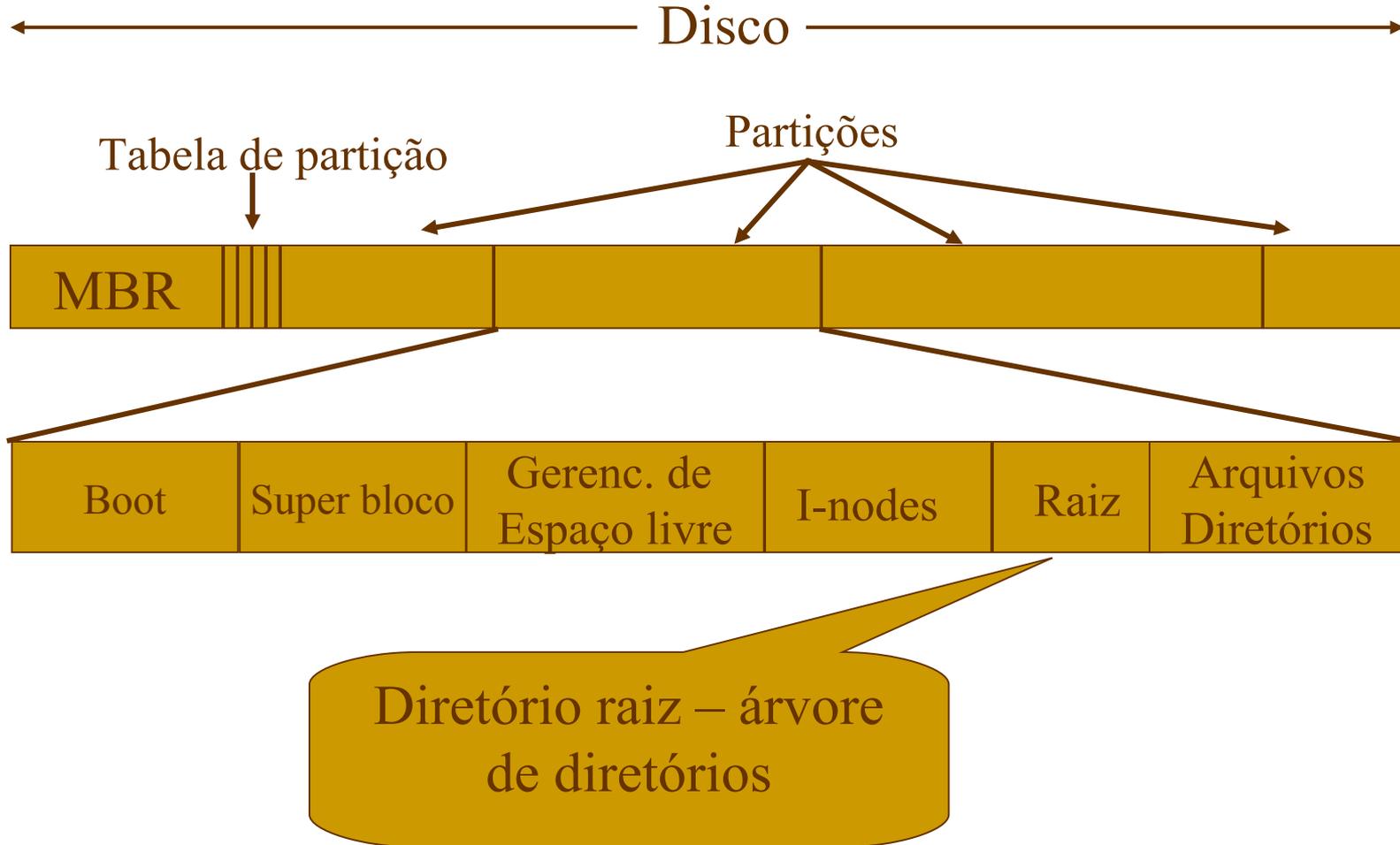
Implementando o Sistema de arquivos - *Layout*



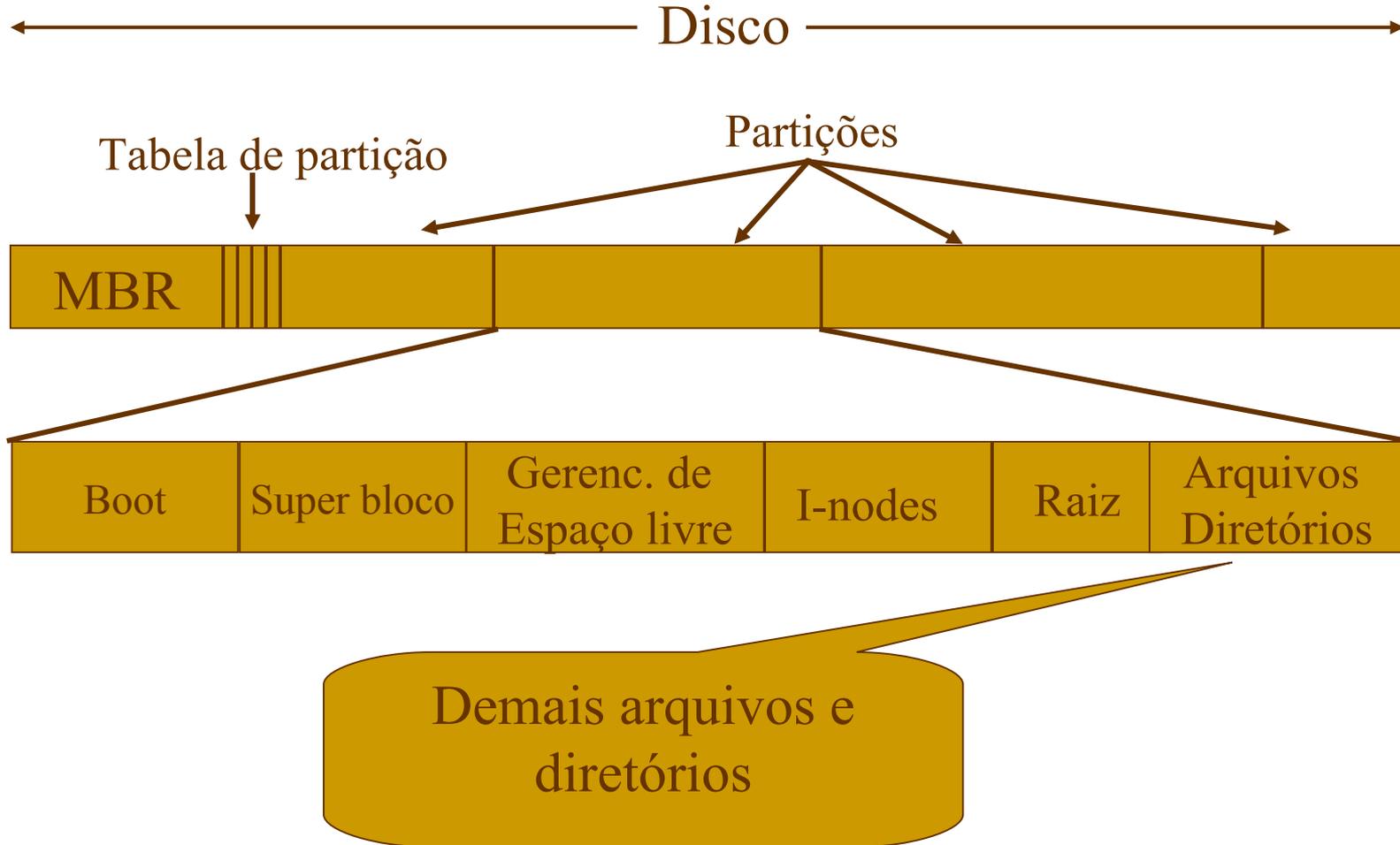
Implementando o Sistema de arquivos - *Layout*



Implementando o Sistema de arquivos - *Layout*



Implementando o Sistema de arquivos - *Layout*



Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

- ★ Armazenamento de arquivos → como os arquivos são alocados no disco;
- ★ Diferentes técnicas são implementadas por diferentes Sistemas Operacionais;
 - Alocação contínua;
 - Alocação com lista encadeada;
 - Alocação com lista encadeada utilizando uma tabela na memória (FAT);
 - *I-Nodes*;

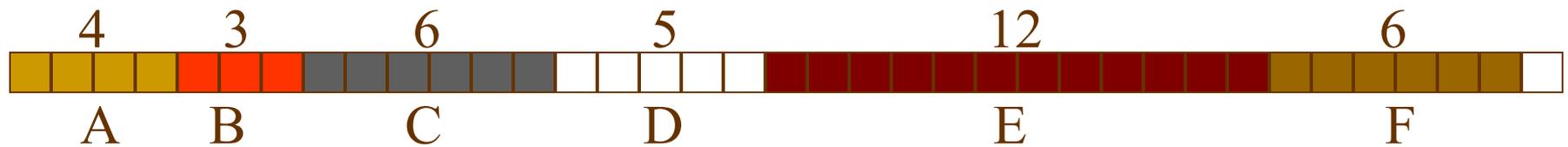
Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

- * Alocação contínua:
 - Técnica mais simples;
 - Armazena arquivos de forma contínua no disco;
 - * Ex.: em um disco com blocos de 1kb um arquivo com 50kb será alocado em 50 blocos consecutivos;

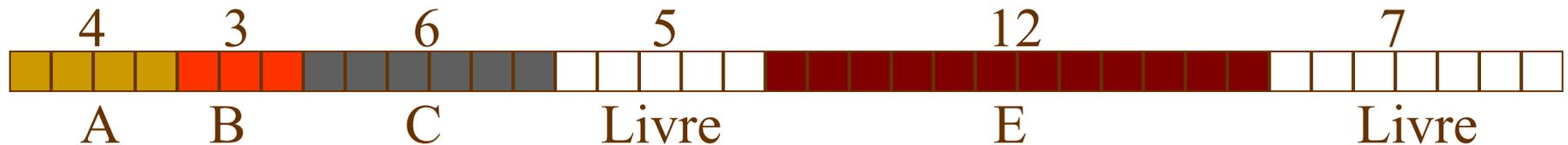
Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

■ Alocação contínua:

37 Blocos



Removendo os arquivos D e F...



Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

* Alocação contínua:

– Vantagens:

- * Simplicidade: somente o endereço do primeiro bloco e número de blocos no arquivo são necessários;
- * Desempenho para o acesso ao arquivo: acesso seqüencial;

– Desvantagens (discos rígidos):

- * Fragmentação externa:
- * Compactação → alto custo;
- * Reúso de espaço → atualização da lista de espaços livres;
- * Conhecimento prévio do tamanho do arquivo para alocar o espaço necessário;

– CD-ROM e DVD-ROM;

Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

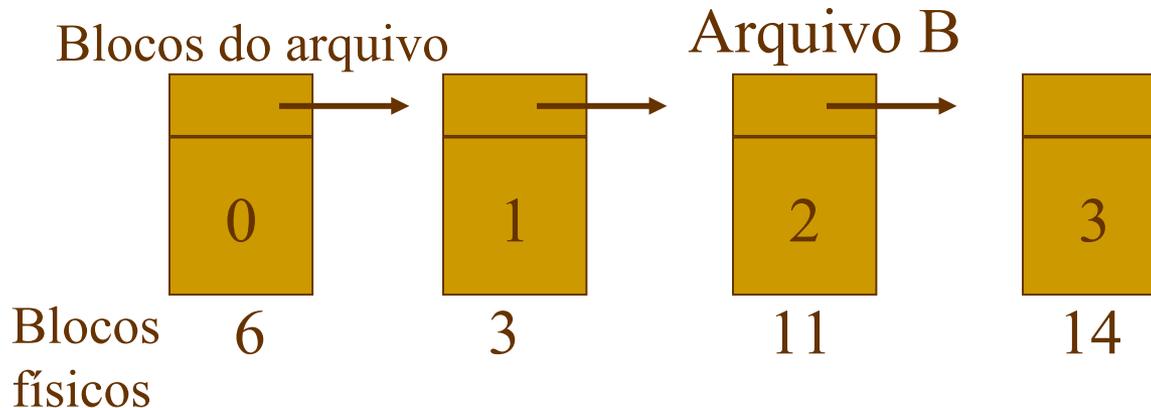
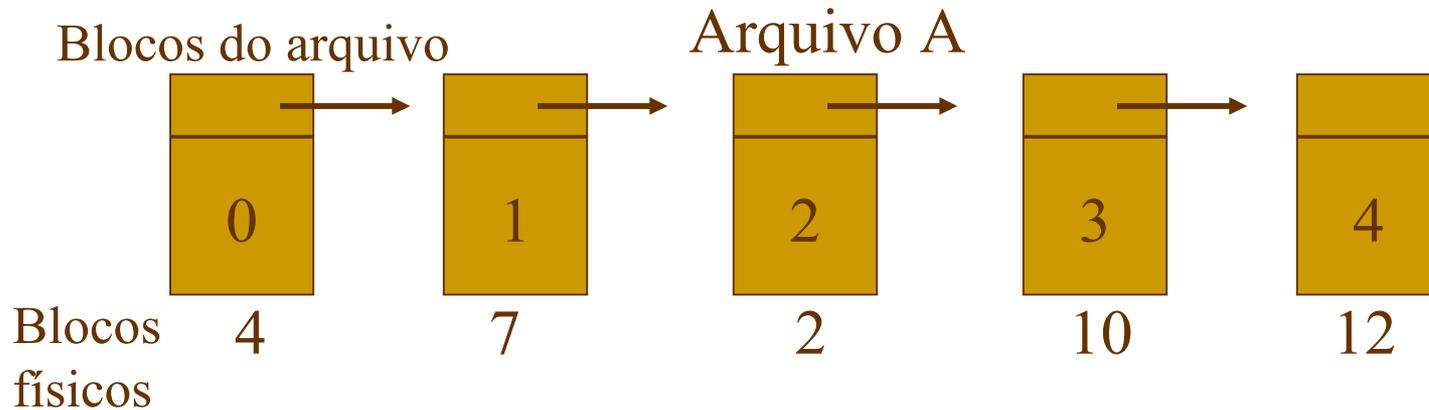
- ★ Alocação com lista encadeada:
 - A primeira palavra de cada bloco é um ponteiro para o bloco seguinte;
 - O restante do bloco é destinado aos dados;
 - Apenas o endereço em disco do primeiro bloco do arquivo é armazenado;
 - Serviço de diretório é responsável por manter esse endereço;

Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

- ★ Alocação com lista encadeada:
 - Desvantagens:
 - ★ Acesso aos arquivos é feito sequencialmente → processo mais lento;
 - ★ Menos payload no bloco pois existe a necessidade de se armazenar o ponteiro para o próximo bloco;
 - Vantagem:
 - ★ Não se perde espaço com a fragmentação externa;

Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

* Alocação com lista encadeada:



Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

- * Alocação com lista encadeada utilizando uma tabela na memória:
 - O ponteiro é colocado em uma tabela na memória ao invés de ser colocado no bloco;
 - * FAT → Tabela de alocação de arquivos (*File Allocation Table*);
 - * Assim, todo o bloco está disponível para alocação de dados;
 - Serviço de diretório é responsável por manter o início do arquivo (bloco inicial);
 - MS-DOS e família Windows 9x (exceto WinNT, Win2000 e WinXP - NTFS);

Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

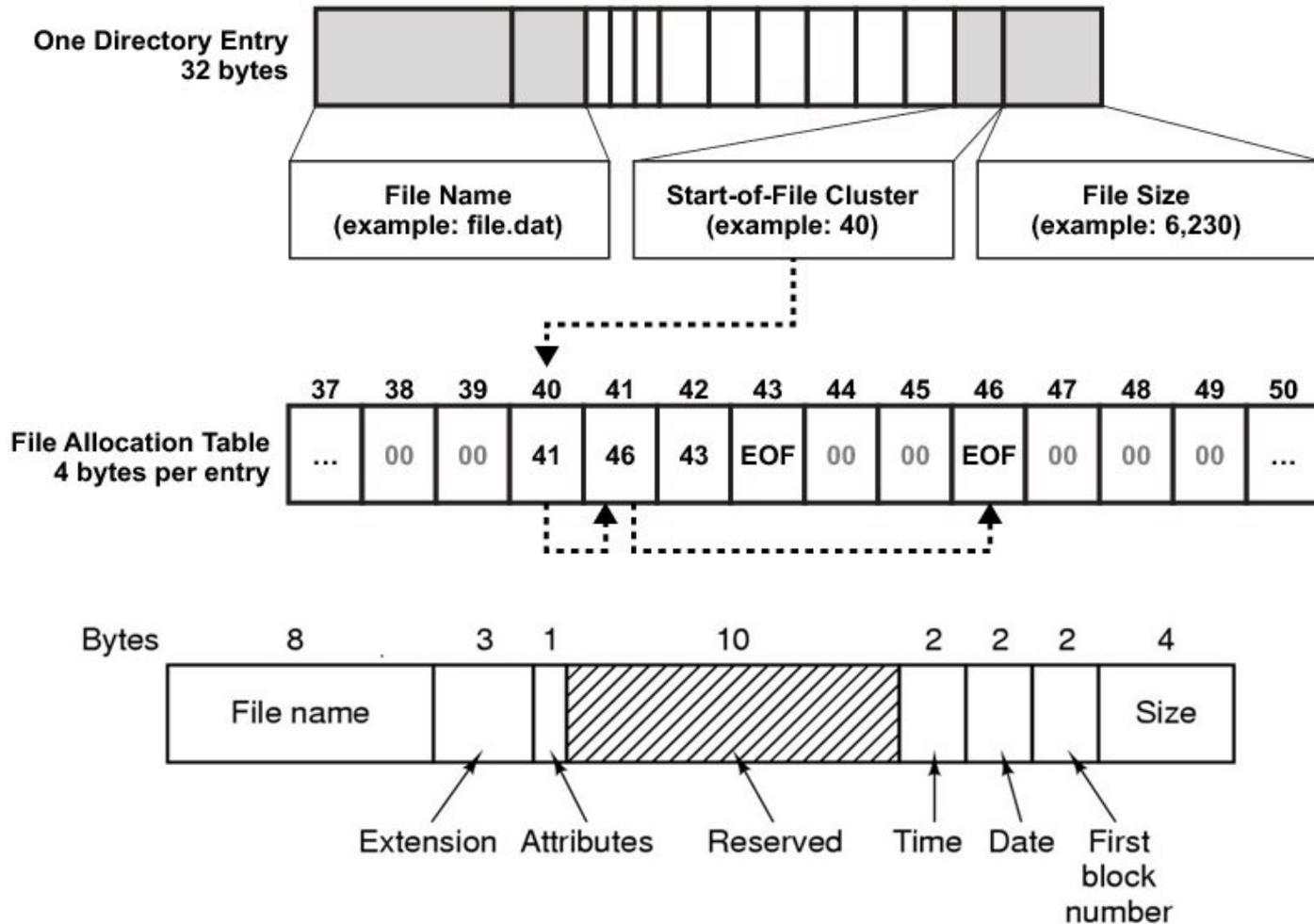
- Acesso randômico se torna mais fácil devido ao uso da memória;
- Desvantagem:
 - * Toda a tabela deve estar na memória;
 - * Exemplo:
 - * Com um disco de 1 TB com blocos de 1kb, a tabela precisa de 1 bilhão de entradas, cada qual com 3 bytes (para permitir um acesso mais rápido, cada entrada pode ter 4 bytes) ocupando 60 (80) Mb da memória;

Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

- Alocação com lista encadeada utilizando FAT



Sistema FAT



– Max file size: $2^{32} = 4 \text{ GB}$ (not possible due to other reasons)

Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

* *I-nodes*:

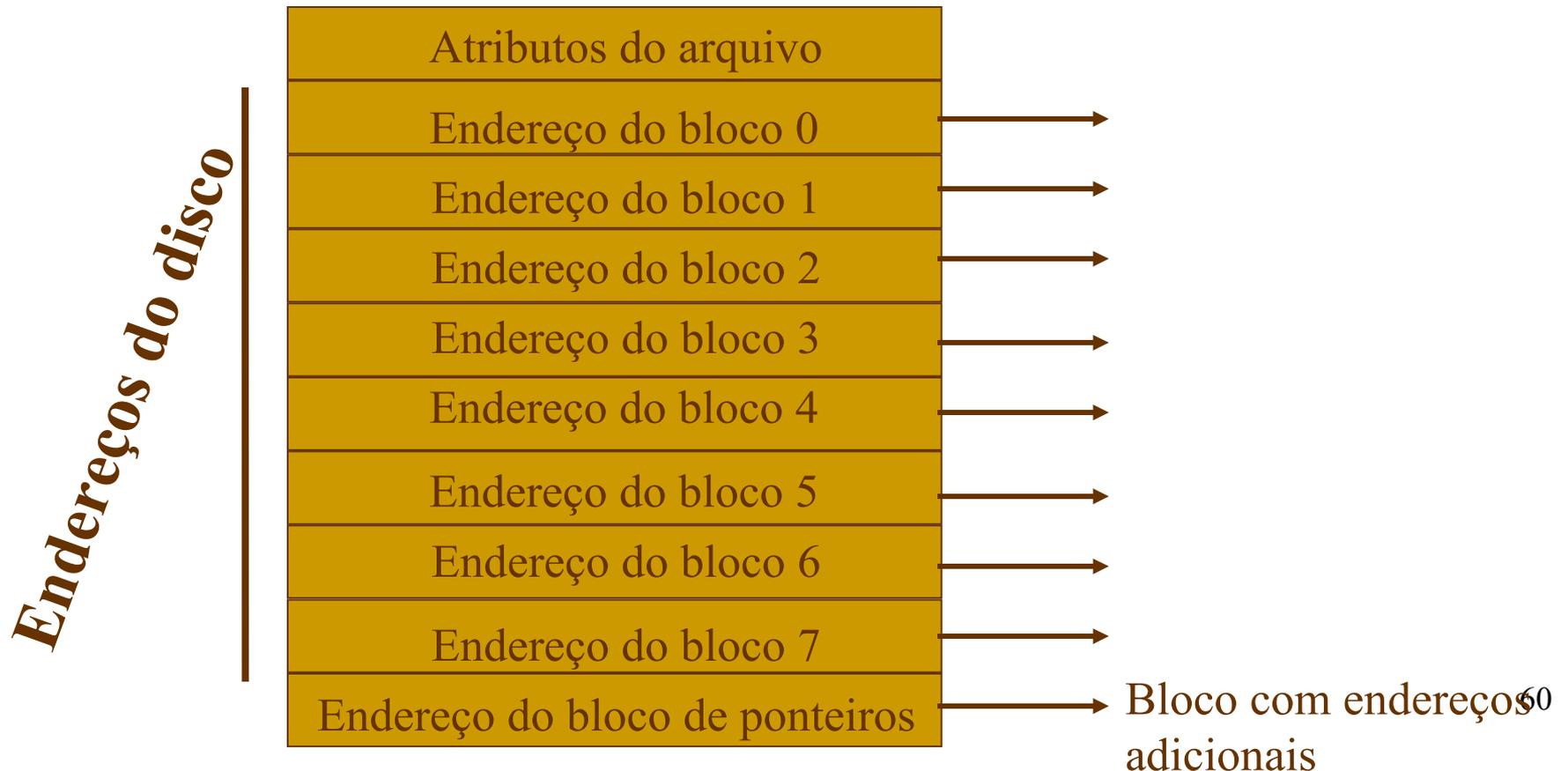
- Cada arquivo possui uma estrutura de dados chamada ***i-node*** (*index-node*) que lista os atributos e endereços em disco dos blocos do arquivo;
 - * Assim, dado o *i-node* de um arquivo é possível encontrar todos os blocos desse arquivo;
- Se cada *i-node* ocupa **n** bytes e **k** arquivos podem estar aberto ao mesmo tempo → o total de memória ocupada é **kn** bytes;
- UNIX e Linux;

Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

- Espaço de memória ocupado pelos *i-nodes* é proporcional ao número de arquivos abertos; enquanto o espaço de memória ocupado pela tabela de arquivo (FAT) é proporcional ao tamanho do disco;
- Vantagem:
 - * O *i-node* somente é carregado na memória quando o seu respectivo arquivo está aberto (em uso);
- Desvantagem:
 - * O tamanho do arquivo pode aumentar muito
 - Solução: reservar o último endereço para outros endereços de blocos;

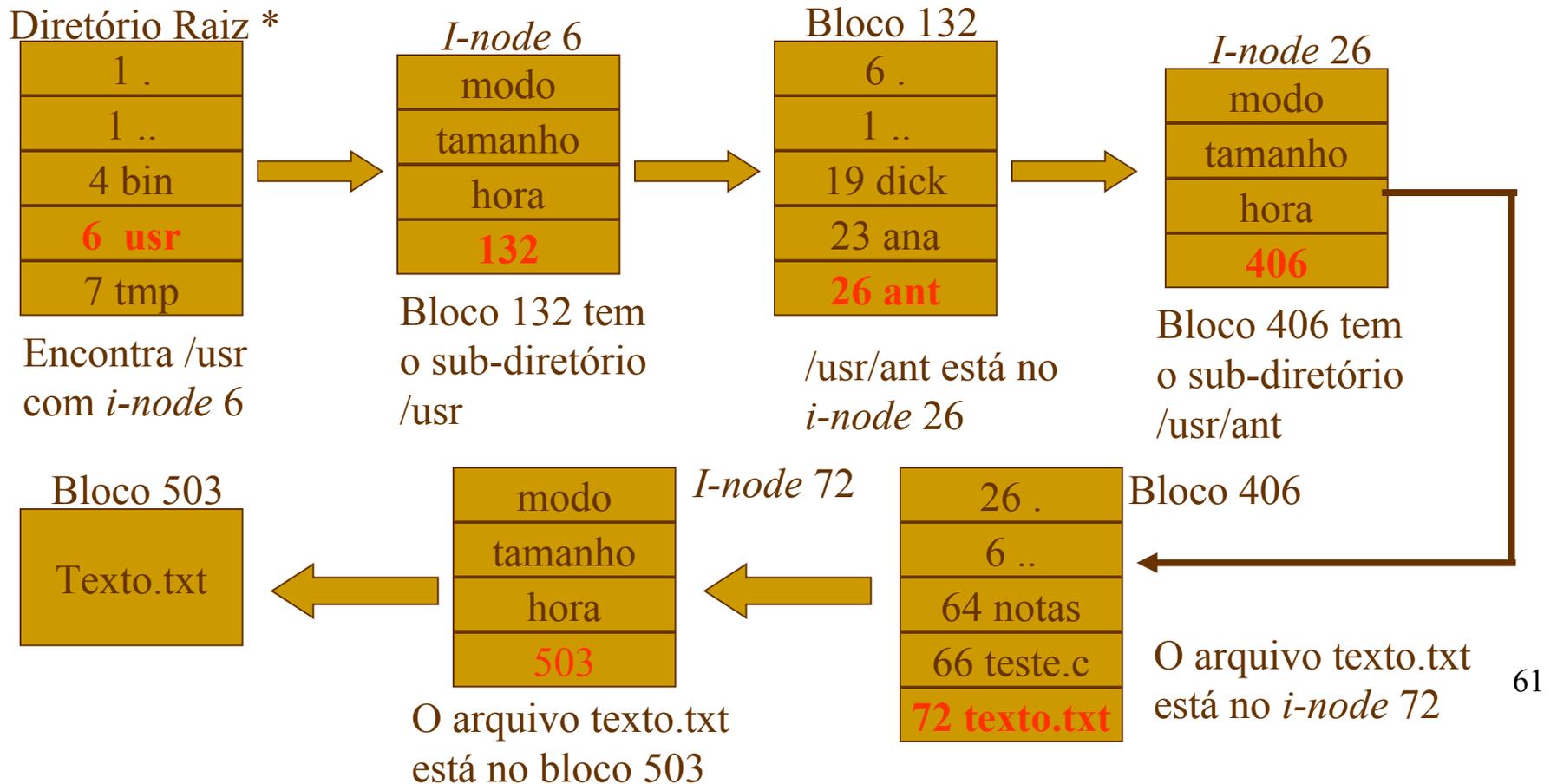
Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

- *I-nodes*:

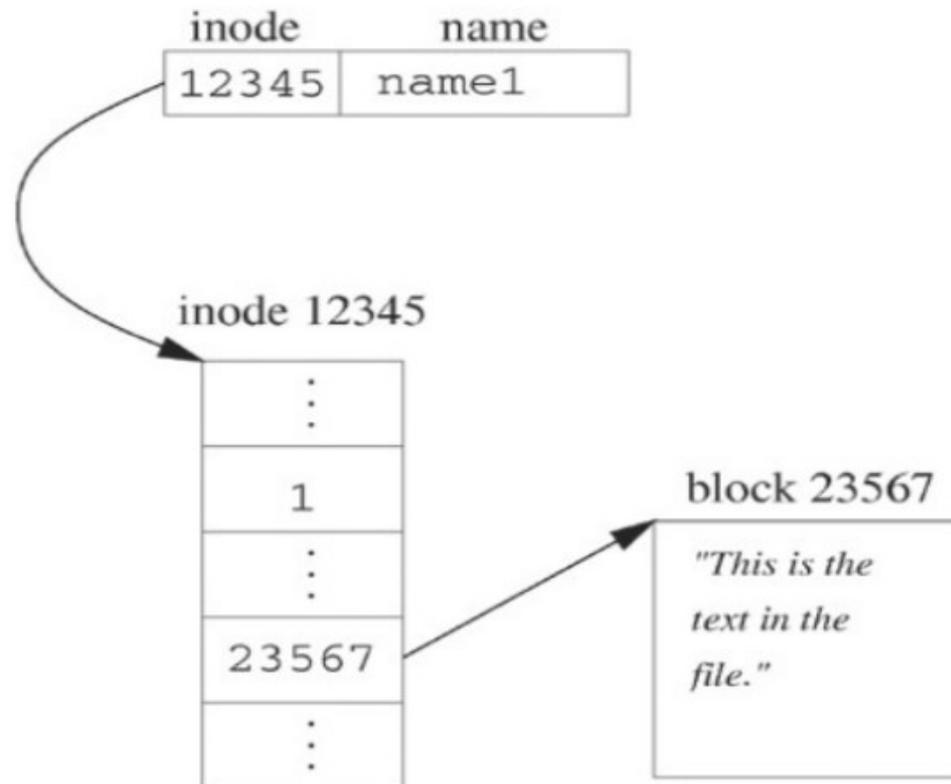


Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos

▪ *I-nodes*



Implementando o Sistema de arquivos - Arquivos



Implementando o Sistema de Arquivos - Diretórios

- ★ Quando um arquivo é aberto, o Sistema Operacional utiliza-se do caminho para localizar o diretório de entrada;
- ★ O diretório de entrada provê as informações necessárias para encontrar os blocos no disco nos quais o arquivo está armazenado →
- ★ Serviço de diretório é responsável por mapear o nome ASCII do arquivo na informação:
 - Endereço do arquivo inteiro (alocação contínua);
 - Número do primeiro bloco do arquivo (alocação com listas encadeadas);
 - Número do *i-node*;

Sistema de Arquivos - Diretórios

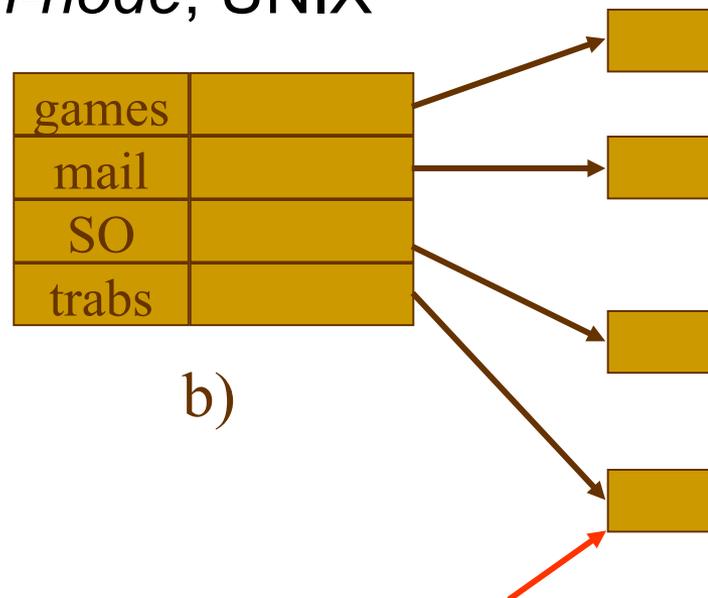
- ★ O serviço de diretório também é responsável por manter armazenados os atributos relacionados (metadados) a um arquivo:
 - A) Entrada do Diretório: Diretório consiste de uma lista de entradas com tamanho fixo (uma para cada arquivo) contendo um nome de arquivo, uma estrutura de atributos de arquivos, e um ou mais endereços de disco;
 - Windows;

Implementando o Sistema de Arquivos - Diretórios

- B) *I-node*: nesse caso, o diretório de entrada é menor, armazenando somente o nome de arquivo e o número do *i-node*; UNIX

games	atributos
mail	atributos
SO	atributos
trabs	atributos

a)



b)

Estrutura de dados contendo atributos (*i-nodes*)

Implementando o Sistema de Arquivos - Diretórios

- ★ Tratamento de nomes de arquivos:
 - Maneira mais simples: limite de 255 caracteres reservados para cada nome de arquivo:
 - ★ Toda entrada de diretório tem o mesmo tamanho;
 - ★ Desvantagem: desperdício de espaço, pois poucos arquivos utilizam o total de 255 caracteres;
 - Maneira mais eficiente: tamanho do nome do arquivo é variável;

Implementando o Sistema de Arquivos - Diretórios

Tamanho do nome de arquivo variável

Tamanho da entrada do A1			
Atributos A1			
p	r	o	j
e	c	t	-
b	u	d	⊠
Tamanho da entrada do A2			
Atributos A2			
p	e	r	s
o	n	n	e
l	⊠		

- Cada nome do arquivo é preenchido de modo a ser composto por um número inteiro de palavras (parte sombreada);

Problema: se arquivo é removido, um espaço em branco é inserido;

•
•
a)

Implementando o Sistema de Arquivos - Diretórios

Tamanho do nome de arquivo variável

Tamanho da entrada do A1			
Atributos A1			
p	r	o	j
e	c	t	-
b	u	d	⊠
Tamanho da entrada do A2			
Atributos A2			
p	e	r	s
o	n	n	e
l	⊠		
.			
.			

a)

Ponteiro p/ nome A1			
Atributos A1			
Ponteiro p/ nome A12			
Atributos A2			
p	r	o	j
e	c	t	-
b	u	d	⊠
p	e	r	s
o	n	n	e
l	⊠		
.			
.			

b)

HEAP

Implementando o Sistema de Arquivos - Diretórios

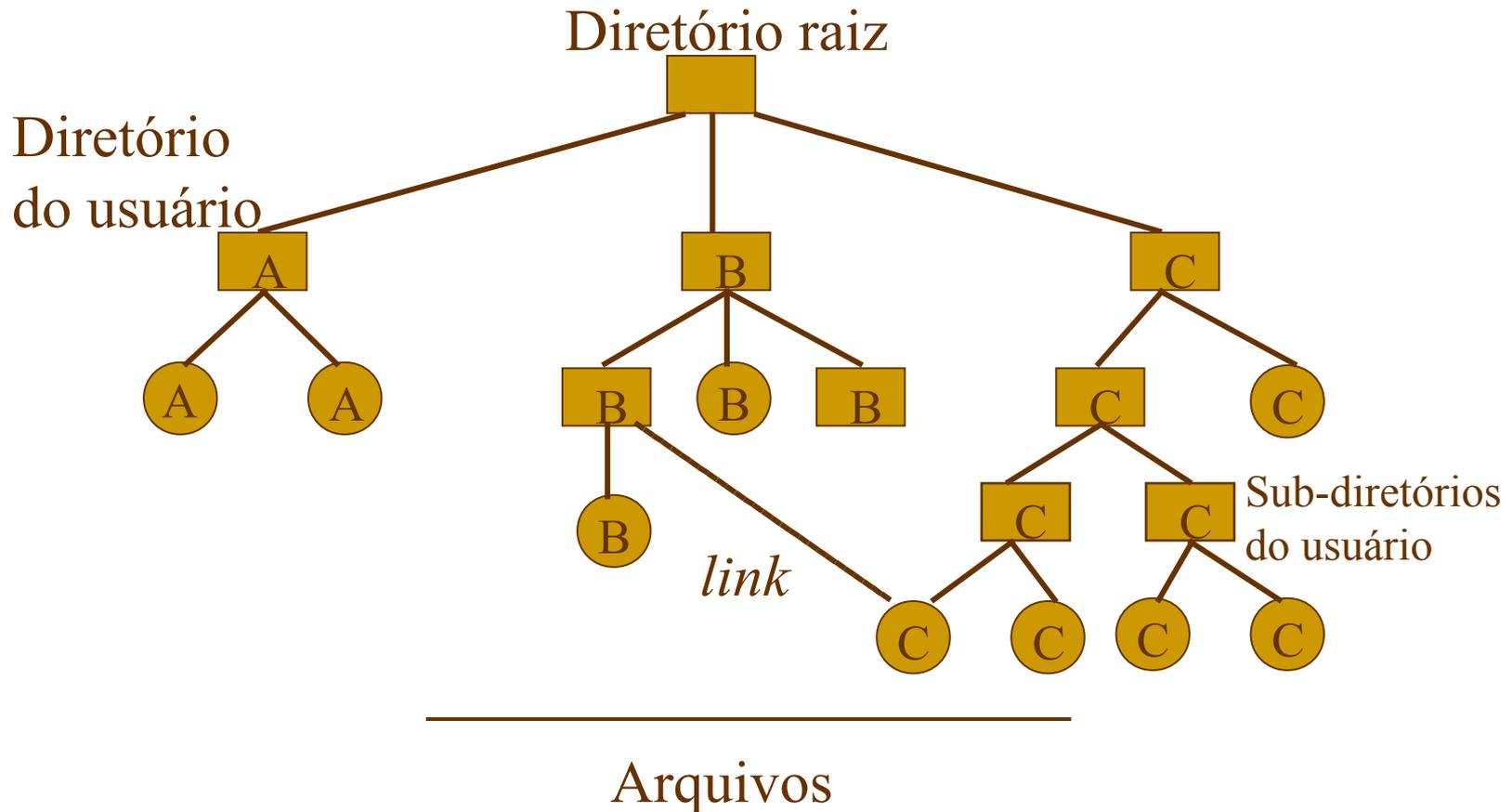
* Busca em diretório:

- Linear → lenta para diretórios muito grandes;
- Uma tabela *Hash* para cada diretório:
 - * O nome do arquivo é submetido a uma função *hash* para selecionar uma entrada na tabela *hash*;
 - Cria-se uma lista encadeada para todas as entradas com o mesmo valor *hash*;
 - * Vantagem: busca mais rápida;
 - * Desvantagem: gerenciamento mais complexo;
- *Cache* de busca → ótimo quando um número pequeno compreende a maioria das buscas;

Como compartilhar arquivos?

- ★ Normalmente, o sistema de arquivos é implementado com uma árvore;
- ★ Mas quando se tem arquivos compartilhados *link* ao mesmo arquivo/diretório são criados.
- ★ Problemas de compartilhamento
 - Usuário altera ou exclui o arquivo

Implementando o Sistema de Arquivos – Arquivos Compartilhados



Arquivos Compartilhados

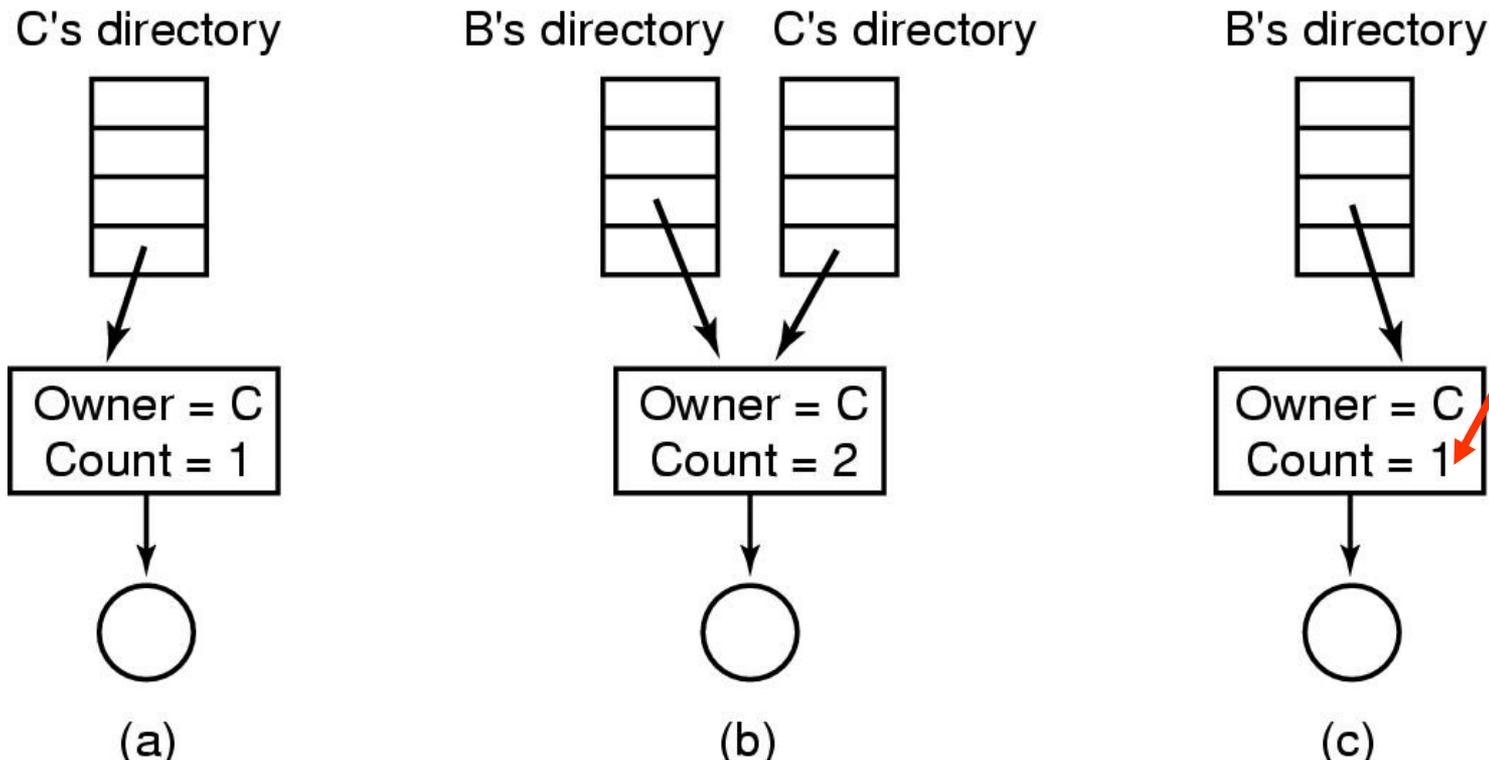
- * Compartilhar arquivos é sempre conveniente, no entanto, alguns problemas são introduzidos:
 - Se os diretórios tiverem **endereços de disco**, então deverá ser feita uma cópia dos endereços no diretório de B;
 - Se B ou C adicionar blocos ao arquivo (*append*), os novos blocos serão relacionados somente no diretório do usuário que está fazendo a adição;
 - * **Mudanças não serão visíveis ao outro usuário**, comprometendo o propósito do compartilhamento;

Arquivos Compartilhados

- * Soluções dos problemas citados:
 - Primeira solução:
 - os **endereços de disco** não estão relacionados nos diretórios,
 - mas em uma estrutura de dados (*i-node*) associada ao próprio arquivo.
 - Assim, os diretórios apontam para essa estrutura (e.g. *i-node*); (UNIX)
 - * Ligação Estrita (*hard link*);
 - * Problema com essa solução: o dono do arquivo que está sendo compartilhado apaga o arquivo;

Implementando o Sistema de Arquivos – Arquivos Compartilhados

Ligação Estrita



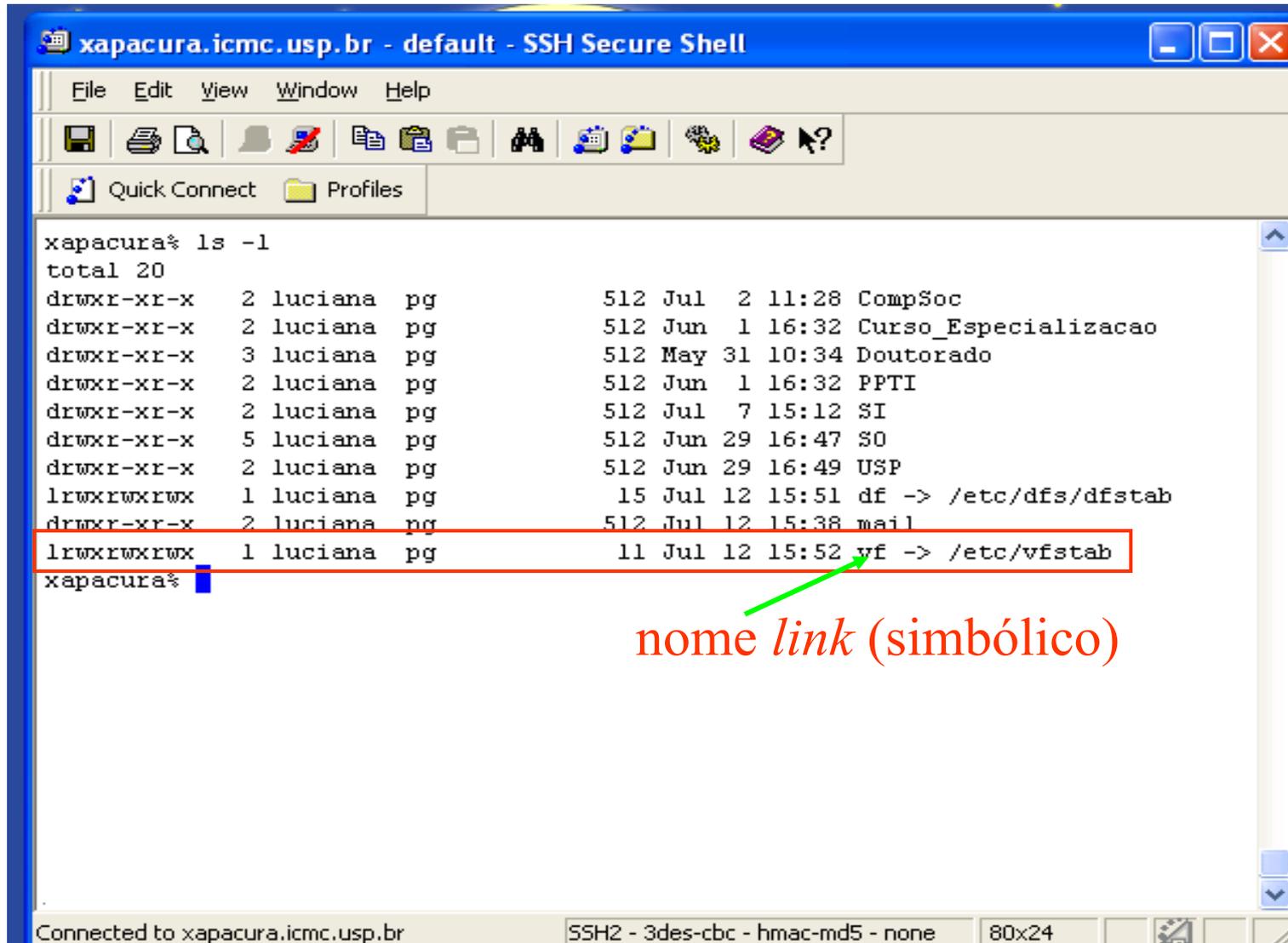
Remove entrada de C, mas deixa o contador *i-node* intacto; B continua a usar o arquivo;

- a) Antes da ligação;
- b) Depois da ligação;
- c) Depois de remover a entrada de C para o arquivo;

Implementando o Sistema de Arquivos – Arquivos Compartilhados

- * Segunda Solução: Ligação Simbólica → B se liga ao arquivo de C criando um arquivo do tipo *link* e inserindo esse arquivo em seu diretório;
 - * Somente o dono do arquivo tem o ponteiro para o *i-node*;
 - * O arquivo *link* contém apenas o caminho do arquivo ao qual ele está ligado;
 - Assim, remoções não afetam o arquivo;
 - * Problema:
 - Sobrecarga;
 - Geralmente um *i-node* extra para cada ligação simbólica;
 - Exemplo: *ln -s arquivo link*

Implementando o Sistema de Arquivos – Arquivos Compartilhados



```
xapacura.icmc.usp.br - default - SSH Secure Shell
File Edit View Window Help
Quick Connect Profiles
xapacura% ls -l
total 20
drwxr-xr-x  2 luciana  pg           512 Jul  2 11:28 CompSoc
drwxr-xr-x  2 luciana  pg           512 Jun  1 16:32 Curso_Especializacao
drwxr-xr-x  3 luciana  pg           512 May 31 10:34 Doutorado
drwxr-xr-x  2 luciana  pg           512 Jun  1 16:32 PPTI
drwxr-xr-x  2 luciana  pg           512 Jul  7 15:12 SI
drwxr-xr-x  5 luciana  pg           512 Jun 29 16:47 S0
drwxr-xr-x  2 luciana  pg           512 Jun 29 16:49 USP
lrwxrwxrwx  1 luciana  pg             15 Jul 12 15:51 df -> /etc/dfs/dfstab
drwxr-xr-x  2 luciana  pg           512 Jul 12 15:38 mail
lrwxrwxrwx  1 luciana  pg             11 Jul 12 15:52 vf -> /etc/vfstab
xapacura%
```

nome *link* (simbólico)

Connected to xapacura.icmc.usp.br | SSH2 - 3des-cbc - hmac-md5 - none | 80x24

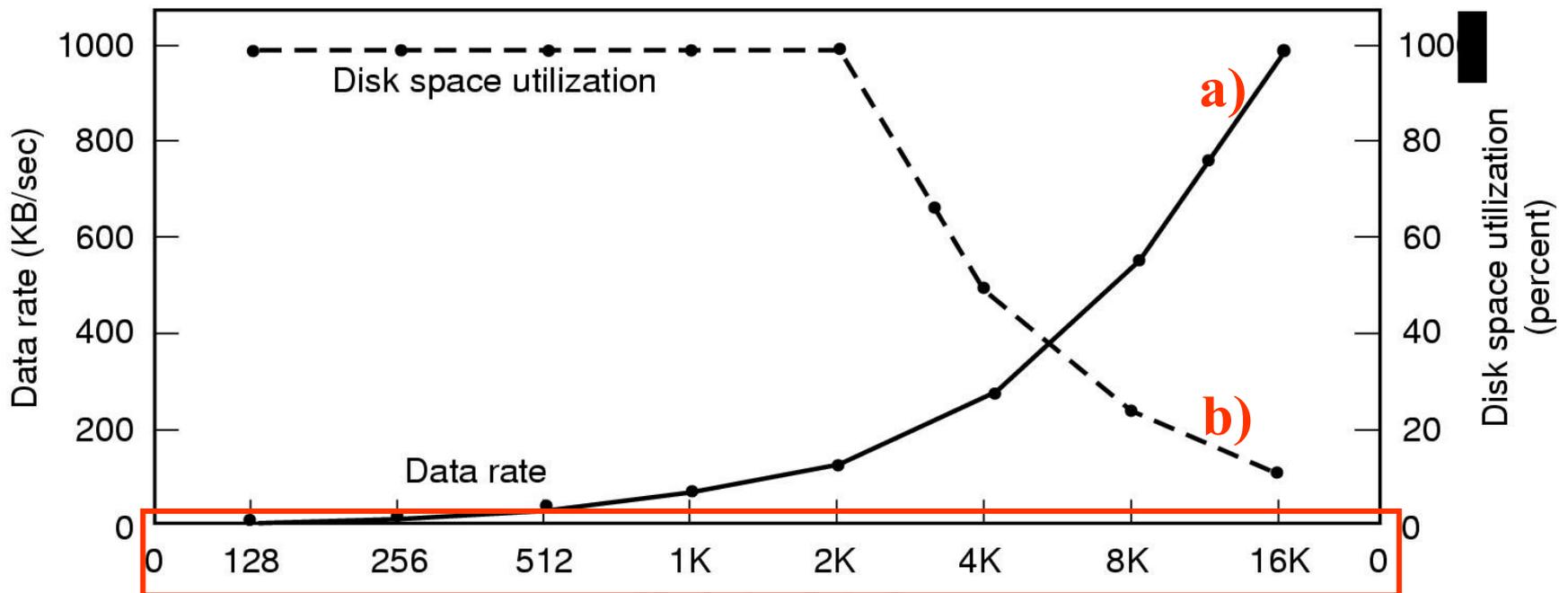
Como armazenar dados do mesmo arquivo: contíguo ou distribuído?

- ★ Duas estratégias são possíveis para armazenar um arquivo de n bytes:
 - São alocados ao **arquivo n bytes consecutivos** do espaço disponível em disco;
 - **Arquivo é espalhado por um número de blocos não necessariamente contínuos** → blocos com tamanho fixo;
 - ★ A maioria dos sistemas de arquivos utilizam essa estratégia;

Gerenciamento de espaço em disco

- ★ Questão importante: Qual é o tamanho ideal para um bloco?
 - Se for muito grande, ocorre desperdício de espaço;
 - Se for muito pequeno, um arquivo irá ocupar muitos blocos, tornando o acesso/busca lento;
- ★ Assim, o tamanho do bloco tem uma grande influência na eficiência de utilização do espaço em disco e no acesso ao disco (desempenho);

Problema do Desempenho x Utilização



- a) Taxa de Dados (curva contínua) X Tamanho do Bloco
- b) Utilização do disco (curva tracejada) X Tamanho do Bloco

Gerenciamento de espaço em disco

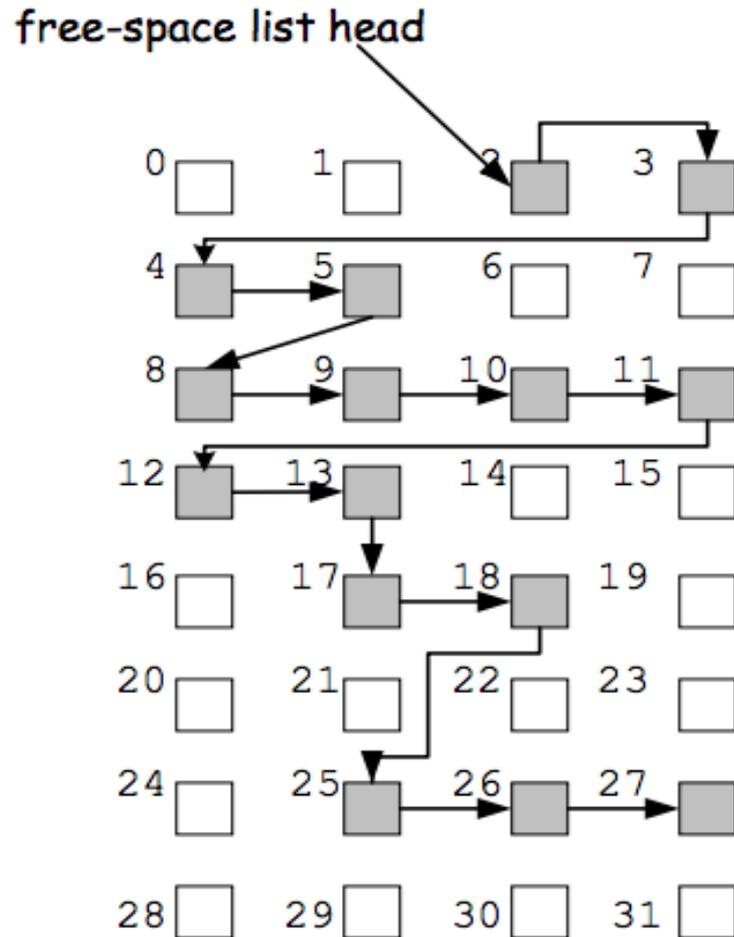
- ★ Conflito entre performance (desempenho) e utilização do disco
- ★ Blocos pequenos contribuem para um baixo desempenho, mas são bons para o gerenciamento de espaço em disco;
- ★ UNIX → 1KB;
- ★ MS-DOS → 512 bytes a 32 KB (potências de 2);
 - Tamanho do bloco depende do tamanho do disco;
 - Máximo número de blocos = 2^{16} ;
- ★ WinNT → 2KB; WINXP → 4KB;
- ★ Linux → 1KB, 2KB , 4KB;

Gerenciamento de espaço livre

- * Controle de blocos livres → dois métodos:
 - Lista ligada de blocos livres: 32 bits para cada bloco; mantida no disco;
 - * Somente um bloco de ponteiros é mantido na memória principal → quando bloco está completo, esse bloco é escrito no disco;
 - * Vantagens:
 - Requer menos espaço se existem poucos blocos livres (disco quase cheio);
 - Armazena apenas um bloco de ponteiros na memória;
 - * Desvantagens:
 - Requer mais espaço se existem muitos blocos livres (disco quase vazio);
 - Dificulta alocação contínua;
 - Não ordenação;

Gerenciamento de espaço em disco

- * Pela lista ligada serial



Gerenciamento de espaço em disco

- ★ Assuma os seguintes blocos livres:

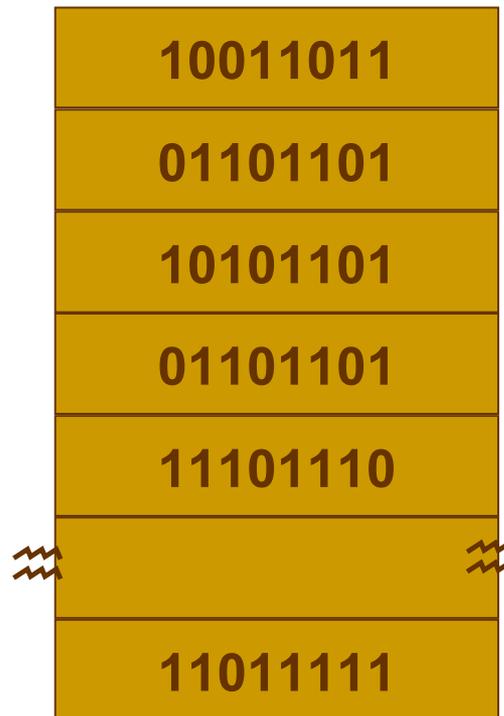
2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 25, 27

- ★ Pelo bitmap, o mapeamento seria

1100001100000011100111111000111111...

Implementando o Sistema de Arquivos – Gerenciamento de espaço em disco

Mapa de bits



Blocos livres = 1
Blocos ocupados = 0
ou vice-versa;

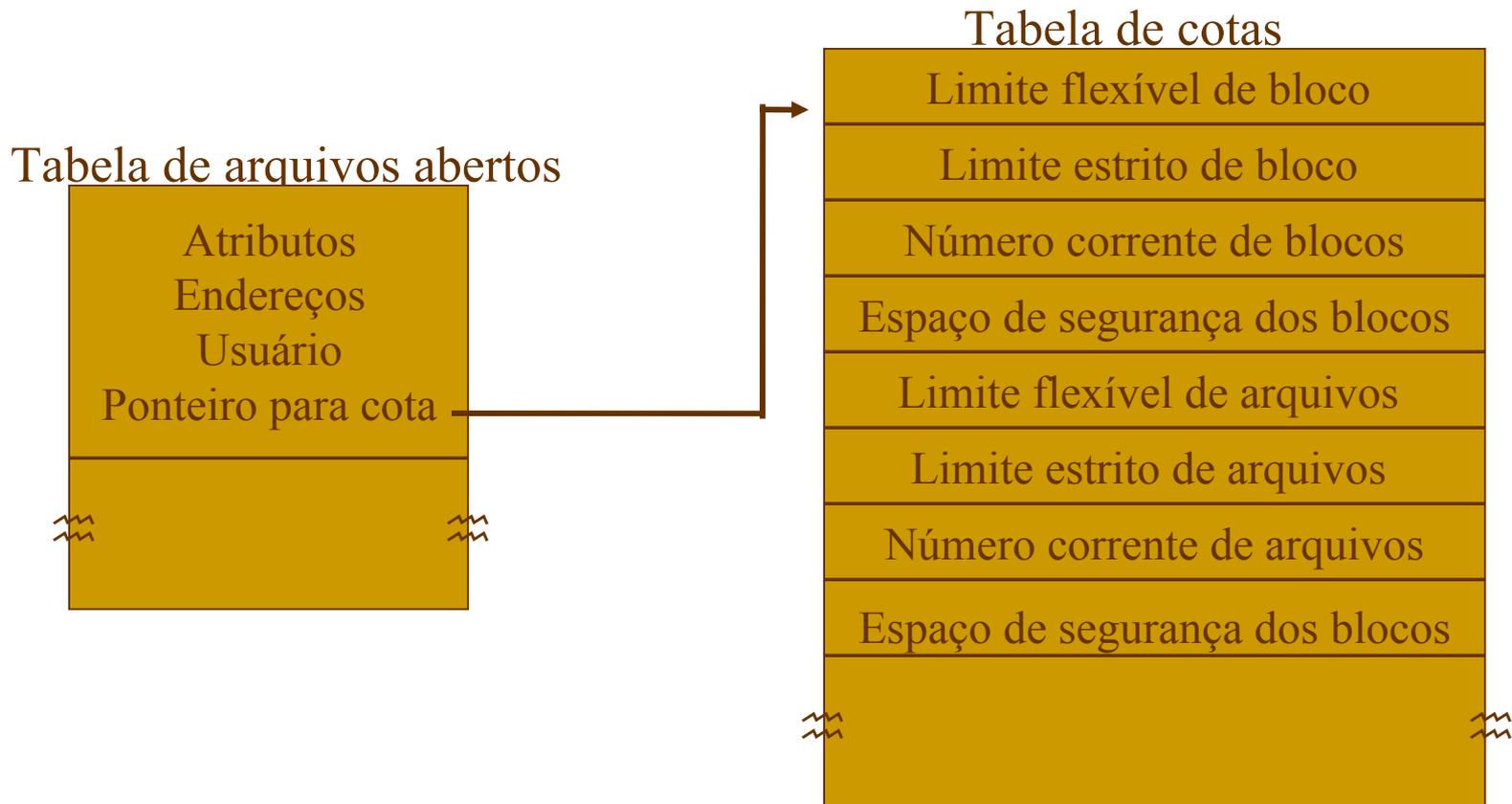
Implementando o Sistema de Arquivos – Gerenciamento de espaço em disco

- Mapa de bits (*bitmap*): depende do tamanho do disco:
 - * Um disco com **n** blocos, possui um mapa de bits com **n bits**, sendo um bit para cada bloco;
 - * Mapa é mantido na memória principal;
 - * Vantagens:
 - Requer menos espaço;
 - Facilita alocação contínua;
 - * Desvantagens:
 - Torna-se lento quando o disco está quase cheio;

Gerenciamento de espaço em disco

- ★ Controle de cotas do disco: feito para que um usuário não ocupe muito espaço do disco;
 - Idéia → administrador do sistema atribui para cada usuário uma cota máxima de espaço;
- ★ Na memória principal:
 - Tabela de arquivos abertos com ponteiro para uma tabela que mantém registro de todas as cotas do usuário;

Implementando o Sistema de Arquivos – Gerenciamento de espaço em disco



Confiabilidade e Desempenho

- * Algumas características importantes:
 - Confiabilidade:
 - * *Backups*;
 - * *Consistência*;
 - Desempenho:
 - * *Caching*;

Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade

- ★ Danos causados ao sistema de arquivos podem ser desastrosos;
- ★ Restaurar informações pode, e geralmente é, ser custoso, difícil e, em muitos casos, impossível;
- ★ Sistemas de arquivos são projetados para proteger as informações de danos lógicos e não físicos;

Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade

* *Backups*

- Cópia de um arquivo ou conjunto de arquivos mantidos por questão de segurança;
 - * Mídia mais utilizada → fitas magnéticas;
- Por que fazer *backups*?
 - * Recuperar de desastres: problemas físicos com disco, desastres naturais;
 - * Recuperar de “acidentes” do usuários que “acidentalmente” apagam seus arquivos;
 - Lixeira (diretório especial – *recycle bin*): arquivos não são realmente removidos;

Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade

- ★ *Backups* podem ser feitos automaticamente (horários/dias programados) ou manualmente; Uso do crontab, por exemplo
- ★ *Backups* demoram e ocupam muito espaço → eficiência e conveniência;
- ★ Questões:
 - O que deve ser copiado → nem tudo no sistema de arquivos precisa ser copiado;
 - ★ Diretórios específicos;

Sistema de Arquivos – Confiabilidade

- Não fazer *backups* de arquivos que não são modificados há um certo tempo;
 - * *Backups* semanais/mensais seguidos de *backups* diários das modificações → *incremental dumps*;
 - Vantagem: minimizar tempo;
 - Desvantagem: recuperação pode ser mais complicada;
- Comprimir os dados antes de copiá-los;
- Dificuldade em realizar *backup* com o sistema de arquivos ativo:
 - * Deixar o sistema *off-line*: nem sempre possível;
 - * Algoritmos para realizar *snapshots* no sistema: salvam estado atual do sistema e suas estruturas de dados;
- As fitas de *backup* devem ser deixadas em locais seguros;

Sistema de Arquivos – Confiabilidade

* Estratégias utilizadas para *backup*:

- Física: cópia se inicia no bloco 0 e pára somente no último bloco, **independentemente se existem ou não arquivos nesses blocos**;

* Desvantagens:

- Copiar blocos ainda não utilizados não é interessante;
- Possibilidade de copiar blocos com defeitos;
- Difícil restaurar diretórios/arquivos específicos;
- Incapacidade de saltar diretórios específicos;
- Não permite cópias incrementais;

* Vantagens:

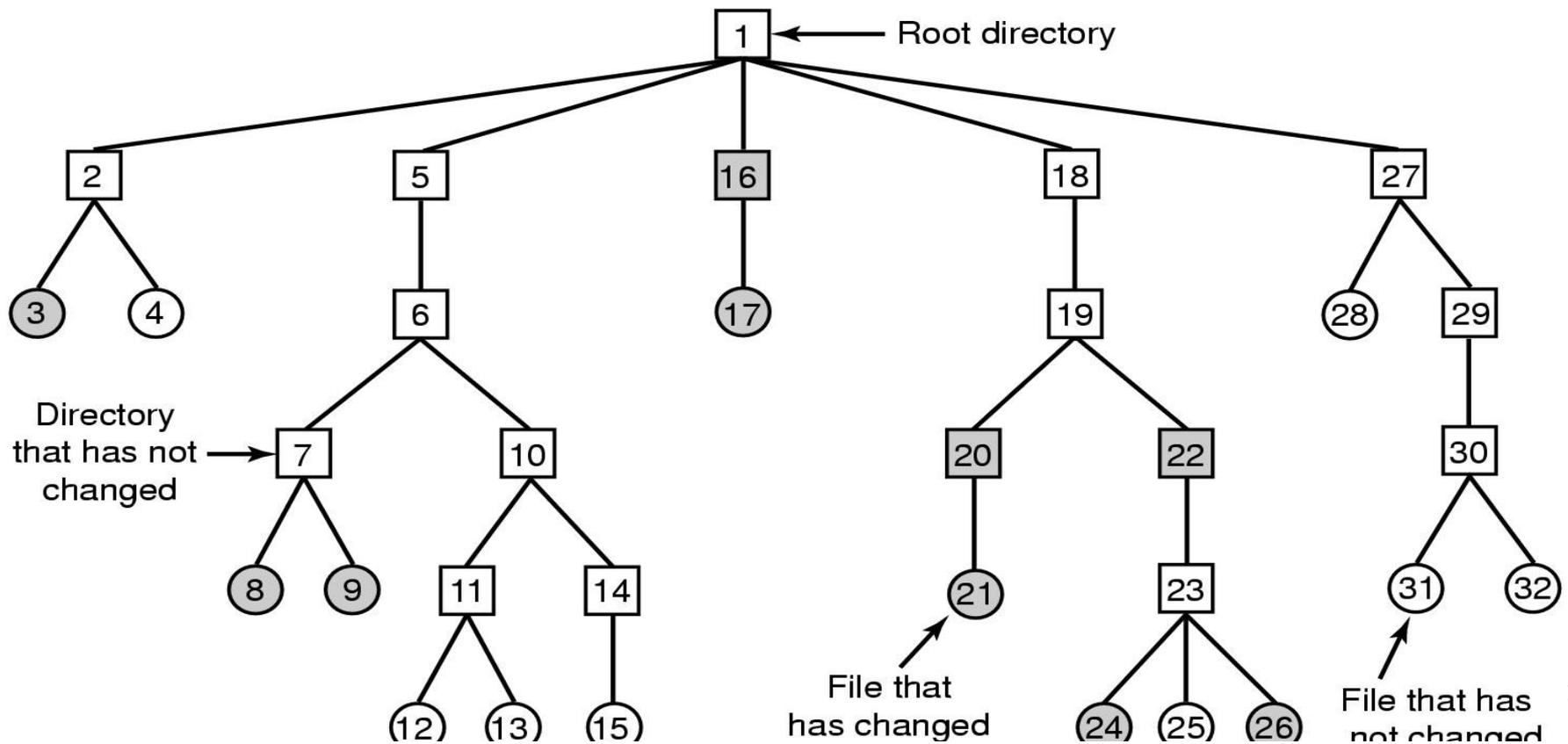
- Simples e rápida;

Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade

- Lógica: inicia-se em um diretório específico e recursivamente copia seus arquivos e diretórios; A idéia é copiar somente os arquivos (diretórios) que foram modificados;
- Não copia arquivos do SO, por exemplo
 - * Vantagem:
 - Facilita a recuperação de arquivos ou diretórios específicos;
 - * Forma mais comum de *backup*;
 - * Cuidados:
 - *Links* devem ser restaurados somente uma vez;
 - Como a lista de blocos livres não é copiada, ela deve ser reconstruída depois da restauração;

Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade

Algoritmo para Cópia Lógica

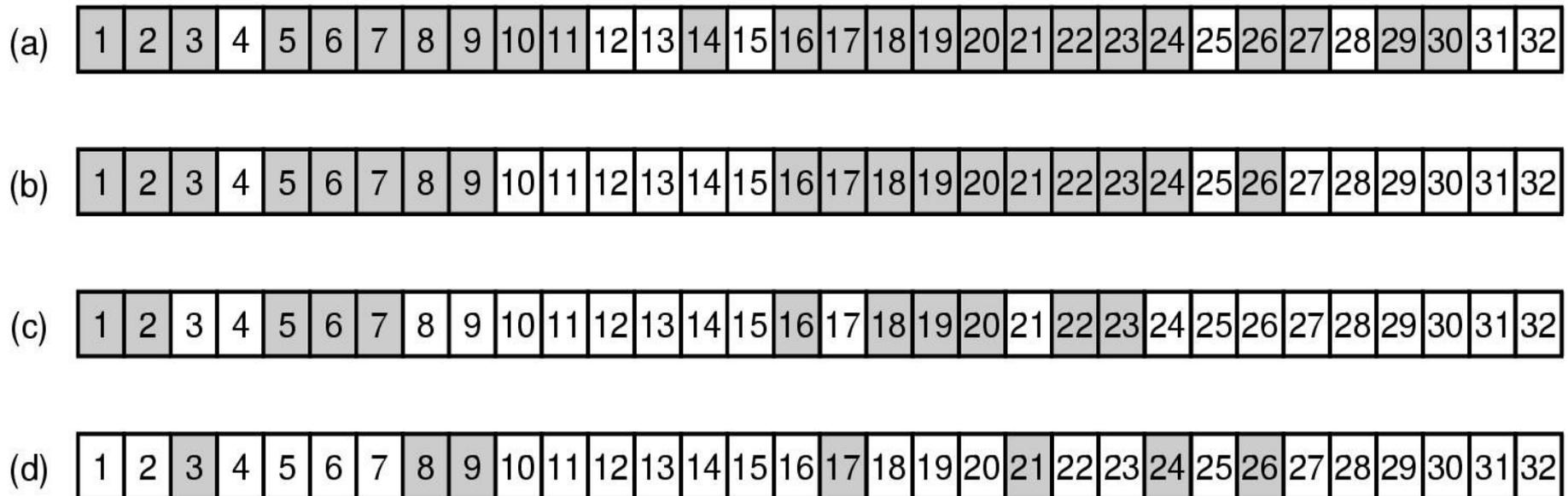


Sistema de Arquivos – Confiabilidade

- ★ Algoritmo para cópia lógica:
 - Fase 1 (a): marcar todos os arquivos modificados e os diretórios modificados ou não;
 - ★ Diretórios marcados: 1, 2, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 27, 29, 30;
 - ★ Arquivos marcados: 3, 8, 9, 17, 21, 24, 26;
 - Fase 2 (b): desmarcar diretórios que não tenham arquivos/sub-diretórios abaixo deles modificados;
 - ★ Diretórios desmarcados: 10, 11, 14, 27, 29, 30;
 - Fase 3 (c): varrer os *i-nodes* (em ordem numérica) e **copiar diretórios marcados**;
 - ★ Diretórios copiados: 1, 2, 5, 6, 7, 16, 18, 19, 20, 22, 23;
 - Fase 4 (d): **arquivos marcados são copiados**.
 - ★ Arquivos copiados: 3, 8, 9, 21, 24, 26;

Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade

Algoritmo para Cópia Lógica

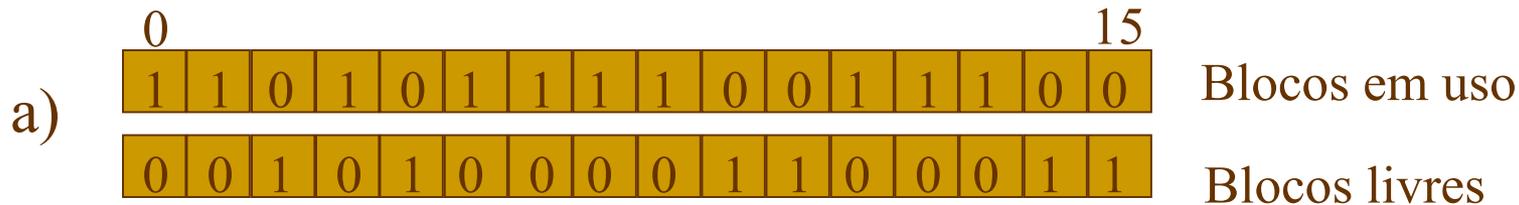


Mapa de bits indexado pelo número do *i*-node

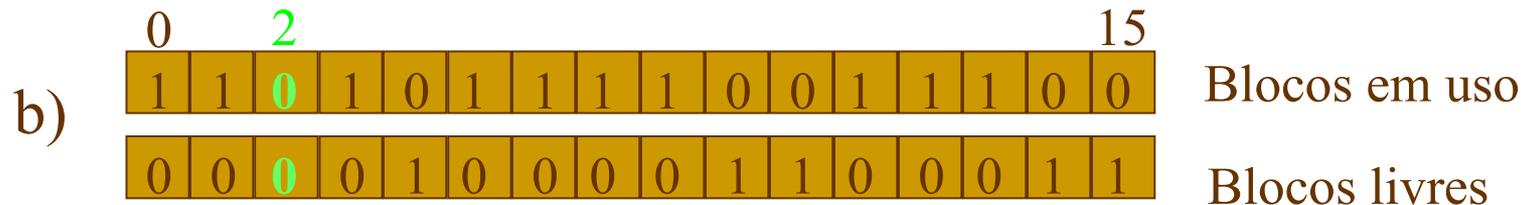
Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade

- ★ Consistência → dados no sistema de arquivos devem estar consistentes;
- ★ Crítico: blocos de i-nodes, blocos de diretórios ou blocos contendo a lista de blocos livres/mapa de bits de blocos livres;
- ★ Diferentes sistemas possuem diferentes programas utilitários para lidar com inconsistências:
 - UNIX: *fsck*;
 - Windows: *scandisk*;

Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade

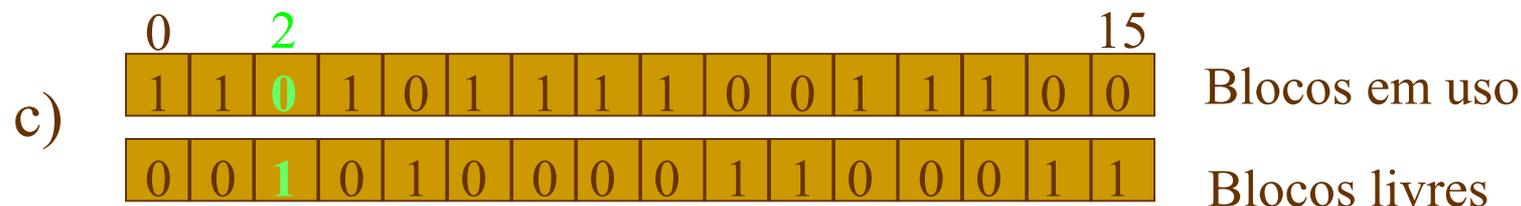


Se problemas acontecerem, podemos ter as seguintes situações:

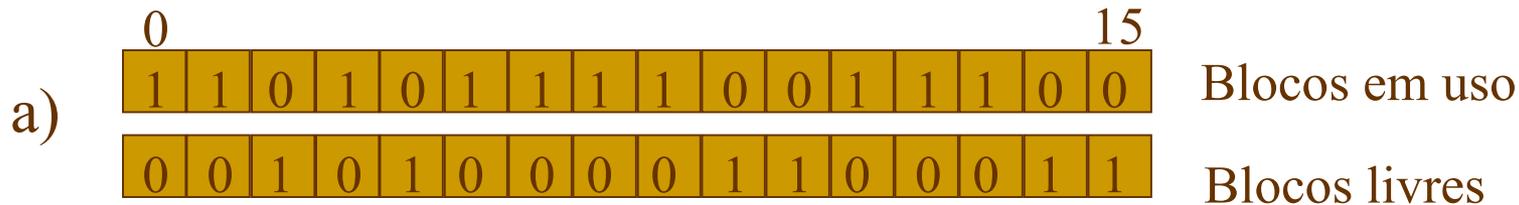


Bloco **2** perdido (*missing block*)

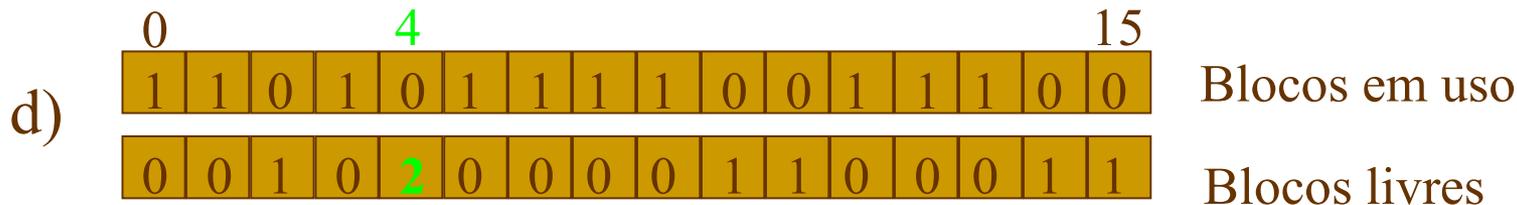
Solução: colocá-lo na lista de livres



Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade



Se problemas acontecerem, podemos ter as seguintes situações:

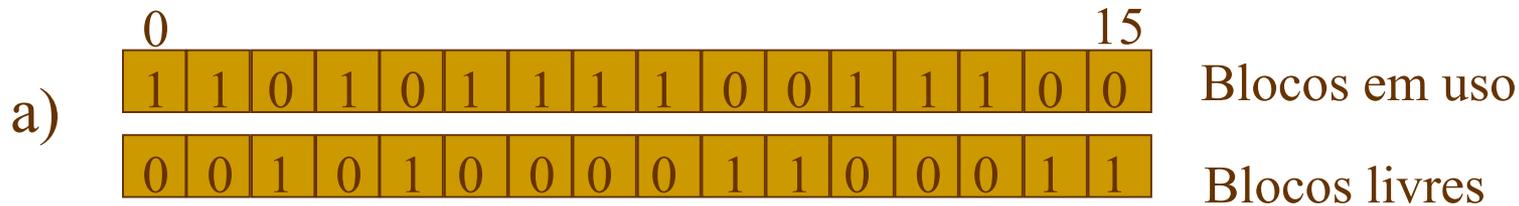


Bloco 4 duplicado na lista de livres

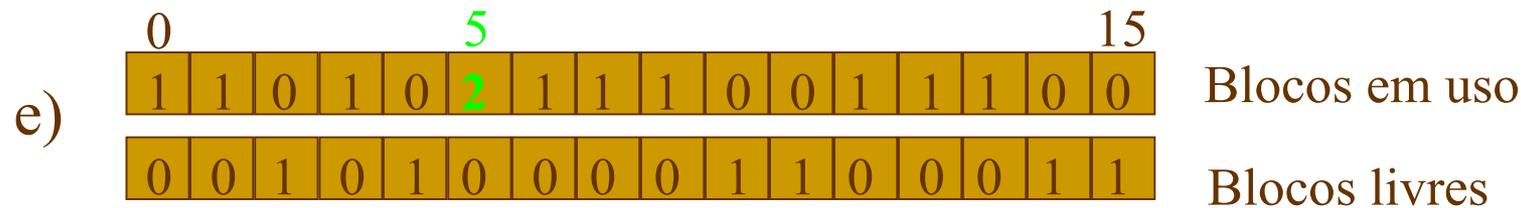
Solução: reconstruir a lista

Essa situação só ocorre se existir uma lista encadeada de blocos livres ao invés de um mapa de bits.

Implementando o Sistema de Arquivos – Confiabilidade



Se problemas acontecerem, podemos ter as seguintes situações:



Bloco 5 duplicado na lista de “em uso” (dois arquivos)

Problemas:

- Se um arquivo for removido, o bloco vai estar nas duas listas;
- Se ambos forem removidos, o bloco vai estar na lista de livres duas vezes;

Solução: alocar um bloco livre e copiar para esse bloco o conteúdo do bloco 5, e avisar o administrador/usuário do problema;

Implementando o Sistema de Arquivos – Desempenho

- * Acessar memória RAM é mais rápido do que acessar disco;
 - Movimentação do disco;
 - Movimentação do braço;
 - Técnicas para otimizar acesso:
 - * *Caching*;
 - * Leitura prévia de blocos;
 - * Reduzir a quantidade de movimentos do braço do disco;

Sistema de Arquivos – Desempenho

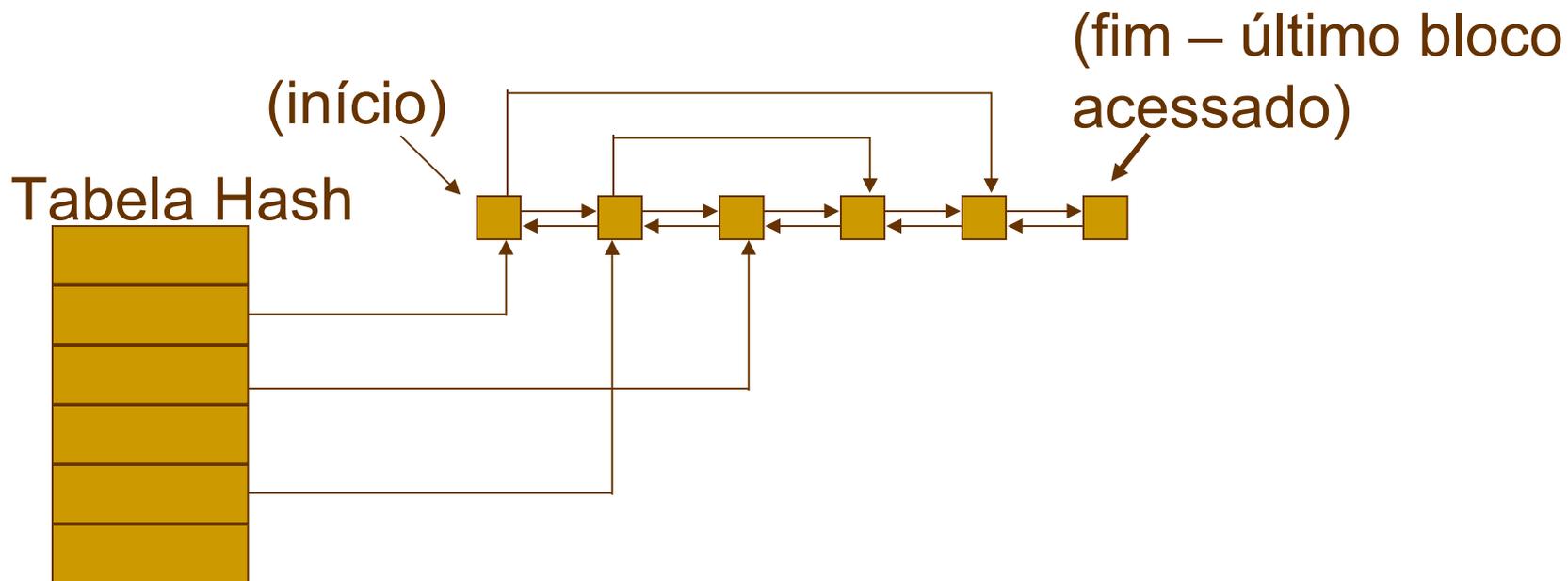
- ★ *Caching*: técnica conhecida como *cache* de bloco ou *cache* de *buffer*;
 - *Cache*: um conjunto de blocos que pertencem logicamente ao disco mas são colocados na memória para melhorar o desempenho do sistema (reduzir acesso em disco);
- ★ Quando um bloco é requisitado, o sistema verifica se o bloco está na *cache*; se sim, o acesso é realizado sem necessidade de ir até o disco; caso contrário, o bloco é copiado do disco para a *cache*;

Sistema de Arquivos – Desempenho

- ★ Para se carregar um novo bloco na *cache*,
- ★ Poderá ser necessário remover um dos blocos que estão armazenados → troca de blocos (semelhante à troca de páginas);
 - Algoritmos utilizados na paginação podem ser utilizados nesse caso;
- ★ O algoritmo mais utilizado é o LRU (*least recently used*) com listas duplamente encadeadas;
- ★ Para determinar se um bloco está na *cache* pode-se usar uma Tabela *Hash*;

Sistema de Arquivos – Desempenho

Todos os blocos com o mesmo valor *hash* são encadeados na lista



Sistema de Arquivos – Desempenho

- ★ Importante: Não convém manter blocos de dados na *cache* por um longo tempo antes de escrevê-los de volta ao disco;
- ★ Alguns sistemas realizam cópias dos blocos modificados para o disco de tempos em tempos;
 - UNIX/Windows: uma chamada *update* realiza a cada 30 segundos uma chamada *sync*;
 - MS-DOS: copia o bloco para o disco assim que esse tenha sido modificado → *cache* de escrita direta (*write-through*)
 - ★ Estratégia usada para discos flexíveis;

Implementando o Sistema de Arquivos – Desempenho

- ★ Leitura prévia dos blocos: blocos são colocados no *cache* antes de serem requisitados;
 - Só funciona quando os arquivos estão sendo lidos de forma seqüencial;

Sistema de Arquivos – Desempenho

- ★ Reduzir o movimento do braço do disco: colocando os blocos que são mais prováveis de serem acessados próximos uns dos outros em seqüência (mesmo cilindro do disco)
 - O gerenciamento do disco é feito por grupos de blocos consecutivos e não somente por blocos;

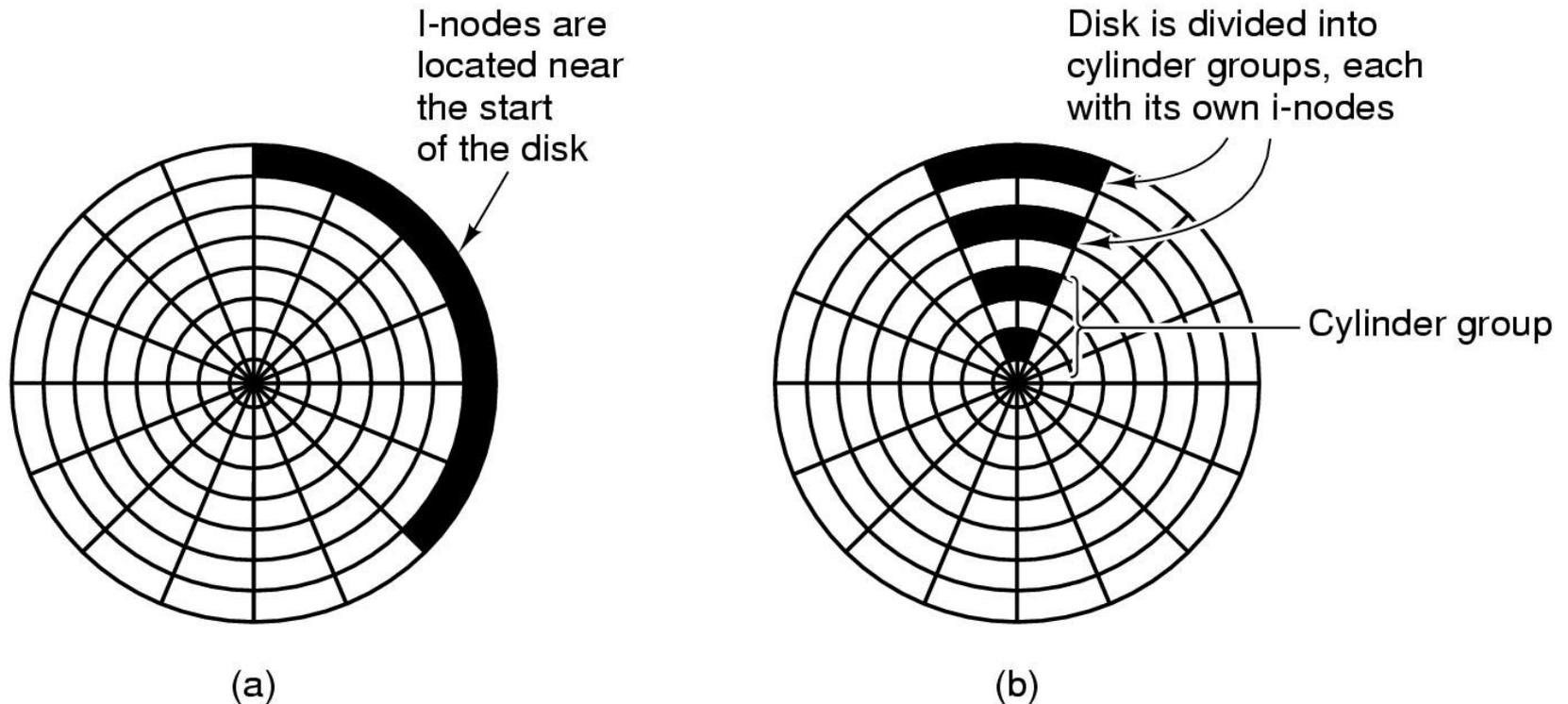
Sistema de Arquivos – Desempenho

- ★ Para sistemas que utilizam os *i-nodes*, são necessários dois acessos: um para o bloco e outro para o *i-node*;

Onde deixar o “índice”?

- ★ Três estratégias podem ser utilizadas para armazenamento dos *i-nodes*:
 - A) Os *i-nodes* são colocados no início do disco, assim a distância média entre o *i-node* e seus blocos é de metade do número de cilindros do disco;
 - B) Dividir o disco em grupos de cilindros, nos quais cada cilindro tem seus próprios *i-nodes*, blocos e lista de blocos livres (*bitmap*);
 - C) Os *i-nodes* são colocados no meio do disco;

Implementando o Sistema de Arquivos – Desempenho



Considerações Finais

- ★ Concluimos o capítulo do Sistema de Arquivos
- ★ Prosseguiremos para Entrada/Saída