

## SSC 140 - SISTEMAS OPERACIONAIS I

Turmas A e B

### Aula 22 – Exemplos de Sistemas de Arquivos

Profa. Sarita Mazzini Bruschi

Slides de autoria de  
Luciana A. F. Martimiano

## Roteiro

- ▣ FAT e NTFS;
- ▣ *I-node* do Unix e NFS;
- ▣ EXT2FS, EXT3FS;
- ▣ ReiserFS;

2

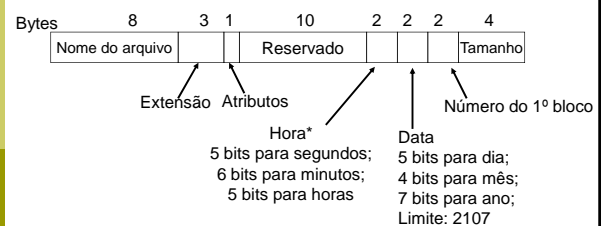
## Sistemas de Arquivos FAT

- ▣ FAT surgiu por volta de 1976, sendo utilizada no SO do Intel 8086;
- ▣ A FAT no MS-DOS:
  - Limite de nome de arquivo → 8 + 3 (8.3) caracteres;
  - Hierarquia de diretórios → árvore começa no diretório raiz (*root directory*);
  - Não existe o conceito de diferentes usuários, portanto, todos os arquivos podem ser acessados por todos os usuários;
  - Cada entrada de diretório possui um tamanho fixo de 32 bytes;

3

## Sistemas de Arquivos FAT

### Entrada de diretório do MS-DOS



\* Defasagem de 2 segundos  
Tamanho de arquivo: 2Gb

4

## Sistemas de Arquivos FAT

- ▣ Três versões: FAT12, FAT16, FAT32 (VFAT), dependendo de quantos bits são utilizados para armazenar cada posição na FAT;
- ▣ FAT12:
  - Tamanho de bloco: 512bytes, 1K, 2K e 4K;
  - Tamanho de partição → até 16 Mb;
- ▣ FAT16:
  - Tamanho de bloco: 8k, 16k e 32k;
  - Tamanho de partição → até 2Gb;

5

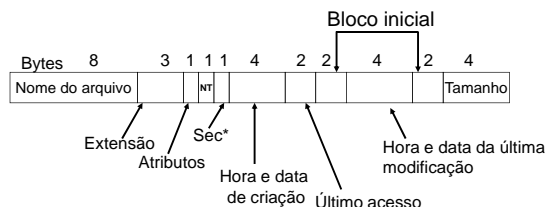
## Sistemas de Arquivos FAT

- ▣ FAT32: iniciou-se com a segunda versão do Windows95 (Win95 OSR2 – OEM Service Release 2)
  - Tamanho de bloco: 4k, 8k, 16k e 32k;
  - Tamanho de partição – 2Tb;
- ▣ Controle de blocos livres é feito utilizando a FAT;
- ▣ Windows98 utiliza FAT32 e permite arquivos com nomes longos (mais de 8 caracteres);

6

## Sistemas de Arquivos FAT

### Entrada de diretório do Windows98



- NT → compatibilidade com o NT

\* Precisão de até 10mseg na data da criação do arquivo.

## Sistemas de Arquivos FAT

Atributos	Código Binário	
<b>Read-only</b>	00000001	* Soma do código binário combina os atributos + → 00010011
<b>Hidden</b>	00000010	
<b>System</b>	00000100	
<b>Volume Label</b>	00001000	
<b>Diretório</b>	00010000	
<b>Archive</b>	00100000	Backup: Setado → modificado; Valor zero → copiado;

## Sistemas de Arquivos FAT

- Para compatibilidade com o MS-DOS, o Windows98 armazena dois nomes de arquivos:
  - Um com o número total de caracteres utilizados;
  - E outro com o número permitido pelo MS-DOS → uso do ~1, ~2...~n (dois últimos caracteres do nome do arquivo);
  - Análise dos 6 primeiros caracteres: os caracteres não válidos para o MS-DOS (+, ;, =, [ ]) são trocados por "\_" (underscores);
  - Todas as letras minúsculas são convertidas para letras maiúsculas;
  - Espaços em branco são removidos;

## Sistemas de Arquivos FAT

```

Microsoft(R) Windows 98
(C) Copyright Microsoft Corp 1981-1999.

C:\Temp\teste>dir

O volume da unidade C: é SISTEMA
O número de série do volume é 2F6D-12E1
Pasta de C:\Temp\teste

.                <DIR>          26/05/03   11:59 .
.                <DIR>          26/05/03   11:59 ..
BUSHBL~1.MOV    4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[1].mov
BUSHBL~3.MOV    4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[3].mov
BUSHBL~4.MOV    4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[4].mov
BUSHBL~5.MOV    4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[5].mov
BUSHBL~6.MOV    4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[6].mov
BUSHBL~7.MOV    4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[7].mov
BUSHBL~8.MOV    4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[8].mov
BUSHBL~9.MOV    4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[9].mov
BUSHBL~10.MOV   4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[10].mov
BUSHBL~2.MOV    4.588.755   28/03/03   17:24 bushblair_endlesslove[2].mov
               10 arquivo(s)      45.887.550 bytes
               2 pasta(s)      364.642.304 bytes disponíveis

C:\Temp\teste>
    
```

## Sistemas de Arquivos FAT

Tamanho de bloco	FAT12	FAT16	FAT32
512bytes	2Mb	-	-
1kb	4Mb	-	-
2kb	8Mb	128Mb	-
4kb	16Mb	256Mb	1Tb
8kb	-	512Mb	2Tb
16kb	-	1024Mb (1Gb)	2Tb
32kb	-	2048Mb (2Gb)	2Tb

## Sistemas de Arquivos NTFS

- NTFS não está baseado no Sistema de Arquivos FAT, mas se utiliza de algumas características do HPFS (*High Performance File System* - sistema de arquivos do OS/2);
- Características:
  - Confiabilidade → capacidade de se recuperar de problemas sem perda de dados; melhorara a tolerância a falhas;

## Sistemas de Arquivos NTFS

- Segurança e Controle de Acesso (*DAC – Discretionary Access Control*): estabelece diretivas que permitem implementar controle de acesso em arquivos e diretórios, inexistente no Sistema de Arquivos FAT;
- Permite maiores partições no disco;
- Sistema de caracteres: UNICODE;
- Caminho: até 32.767 caracteres;

13

## Sistemas de Arquivos NTFS

- Suporta *Case Sensitive*, no entanto, essa característica é perdida devido à Win32 API;
- Suporte à rede;
- Compressão de arquivos;
- Tamanho de blocos → 512bytes até 64Kb;
  - Windows2000 → 4Kb;
- Baseado no conceito de transações → tarefa é cumprida até o fim ou é abortada;
- Suporte à criptografia de arquivos → *driver EFS (encrypting file system)*; chave de 128 bits;
- Links* simbólicos;

14

## Sistemas de Arquivos NTFS

- Cada arquivo é um conjunto de atributos, cada qual representado por um *stream* de bytes;
- Sistema de arquivos hierárquico → diretório de trabalho corrente, caminho relativo e absoluto;
- Master File Table (MFT)*: armazena a estrutura do NTFS e as informações sobre arquivos/diretórios;
- Bloco de *boot* tem o endereço da MFT;

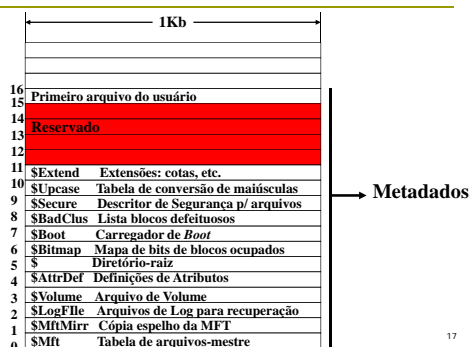
15

## Sistemas de Arquivos NTFS

- MFT é uma sequência linear de registros de 1Kb → é um arquivo;
- Cada registro descreve um arquivo ou diretório → informações como nome, lista de endereço de onde seus blocos estão alocados;
  - Até  $2^{48}$  registros;

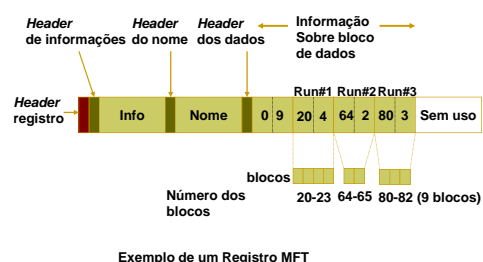
16

## Sistemas de Arquivos NTFS - MFT



17

## Sistemas de Arquivos NTFS - MFT



18

## Sistemas de Arquivos NTFS - MFT

### □ Campo Info

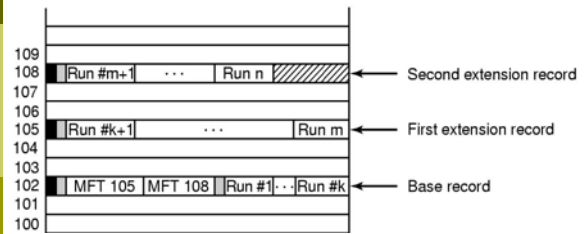
- Campo de tamanho fixo e obrigatório, contendo:
  - Proprietário do arquivo
  - Informações de segurança
  - Marcadores de tempo
  - Contador de ligações
  - Bits indicando se o arquivo é apenas de leitura
  - Etc

### □ Campo Nome

- Unicode
- Tamanho variável

19

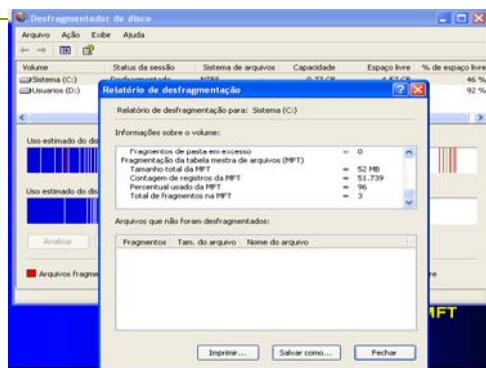
## Sistemas de Arquivos NTFS - MFT



Arquivo que requer três entradas na MFT

20

## Sistemas de Arquivos NTFS - MFT



21

## Sistemas de Arquivos

Características	FAT16	FAT32	NTFS
Sistemas	DOS, Win9x, NT	Win98, Win2000, WinXP, Win Vista	NT4, Win2000, WinXP, WinVista
Partição	2Gb	2Tb	Ilimitada
Número de arquivos	65000	Ilimitado	Ilimitado
Atributos	Conjunto básico	Conjunto básico	Vários
Segurança	Não	Não	Sim
Compressão	Não	Não	Sim

22

## Sistema de Arquivos UNIX

- Para o UNIX um arquivo é uma sequência de 0's ou mais bytes contendo dados;
- Nenhuma distinção é feita entre arquivos ASCII, binários ou outros;
- Usa o conceito de *i-nodes* (64 bytes) associados aos arquivos → tabela;
- Esquema do disco no UNIX clássico:



## Sistema de Arquivos *i-node* do UNIX

Field	Bytes	Description
Mode	2	File type, protection bits, setuid, setgid bits
Nlinks	2	Number of directory entries pointing to this i-node
Uid	2	UID of the file owner
Gid	2	GID of the file owner
Size	4	File size in bytes
Addr	39	Address of first 10 disk blocks, then 3 indirect blocks
Gen	1	Generation number (incremented every time i-node is reused)
Atime	4	Time the file was last accessed
Mtime	4	Time the file was last modified
Ctime	4	Time the i-node was last changed (except the other times)

64

Estrutura *i-node* do System V

24

## Sistema de Arquivos Sun NFS

- ❑ Criado pela Sun em 1985;
- ❑ NFS é um sistema de arquivos distribuído que permite aos usuários (clientes) acessar arquivos e diretórios localizados em computadores remotos (servidores) e tratá-los como se fossem locais;
- ❑ É possível usar comandos convencionais para criar, remover, ler (...) e manipular arquivos e diretórios remotos;

25

## Sistema de Arquivos Sun NFS

- ❑ NFS pode ser utilizado em uma grande variedade de tipos de máquinas, sistemas operacionais e arquiteturas de rede. Essa independência é alcançada utilizando-se *Remote Procedure Call* (RPC)
- ❑ Transparência;

26

## Sistema de Arquivos Sun NFS: Arquitetura

- ❑ Na maioria dos casos, clientes e servidores estão localizados em uma mesma rede local;
- ❑ Cada servidor exporta um ou mais de seus diretórios;
  - *nfs.server*;
  - Lista de diretórios que um servidor exporta: mantida no arquivo */etc/dfs/dfstab*;
- ❑ Clientes montam os diretórios exportados;
  - *nfs.client*;
  - Lista de diretório que um cliente monta (*boot*): mantida no arquivo */etc/vfstab*;

27

## Sistema de Arquivos Sun NFS: Arquitetura

28

## Sistema de Arquivos Sun NFS: Arquitetura

29

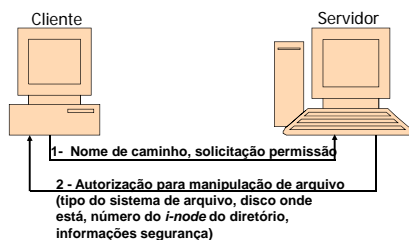
## Sistema de Arquivos Sun NFS: Protocolos

- ❑ Heterogeneidade → interface entre clientes e servidores bem definida;
- ❑ Dois Protocolos:
  - Protocolo de Montagem dos arquivos;
  - Protocolo para Acesso aos Diretórios e Arquivos;

30

## Sistema de Arquivos Sun NFS: Protocolos

### Protocolo de Montagem dos arquivos



31

## Sistema de Arquivos Sun NFS: Protocolos

### Protocolo de Montagem dos arquivos

- Montagem automática durante o *boot* da máquina cliente;
  - Comandos de montagem nos arquivos */etc/vfstab* e */etc/dfs/dfstab*;
- Automontagem:
  - Nenhum diretório remoto é montado durante o *boot*;
  - Execução da chamada de sistema **mount** na linha de comando;

32

## Sistema de Arquivos Sun NFS: Protocolos

### Protocolo para Acesso aos Diretórios e Arquivos:

- Clientes enviam mensagens aos servidores solicitando autorização para ler ou escrever em arquivos;

33

## Sistema de Arquivos Sun NFS: Proteção de Arquivos

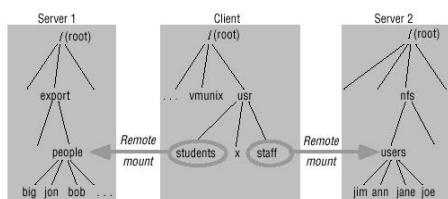
- Utiliza o mecanismo de proteção do UNIX: bits *rw*x;
- Utilização de sistema de criptografia: validação do cliente e do servidor a cada pedido e resposta;
  - Chaves usadas na autenticação: mantidas pelo NIS (*Network Information Service*);

34

## Sistema de Arquivos Sun NFS: Transparência

### Transparência de Localização:

- Arquivos remotos podem estar associados a diferentes caminhos em diferentes clientes;



35

## Sistemas de Arquivos

### Diversos são os sistemas de arquivos utilizados pelo LINUX:

- Ext2FS, Ext3FS, Xia;
- CFS, TCFS, VFS, GFV, NFS, HPFS, SYSV;
- ReiserFS; JFS (IBM);

### Primeiro foi baseado no *Minix*;

36

## Sistemas de Arquivos

- ▣ extFS (Extended File System - 1992);
- ▣ ext2FS (Second Extended File System - 1993);
  - Até Red Hat 7.2;
- ▣ ext3FS (Third Extended File System);
  - Red Hat 7.3;
  - Conectiva 8;
- ▣ ext4FS
  - Mais uma atualização do ext3

37

## Sistemas de Arquivos

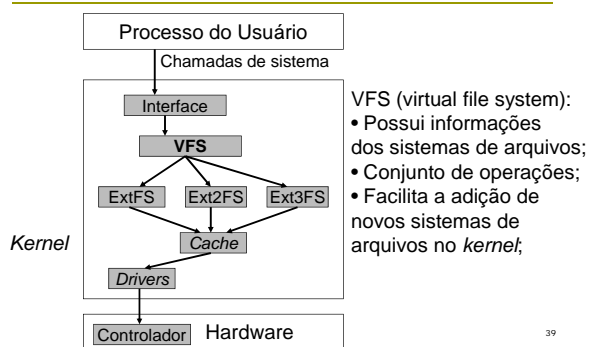
### Ext2/Ext3

- ▣ Tamanho de blocos: 1kb, 2kb, 4kb;
- ▣ Estrutura hierárquica de diretórios;
- ▣ Assim como o UNIX, o LINUX também utiliza a estrutura de *i-nodes* vinculada a cada arquivo;
- ▣ Controle de blocos livres → mapa de *bits*;
- ▣ Tanto o mapa de bits quanto a tabela de *i-nodes* são armazenados no disco;

38

## Sistemas de Arquivos

### Ext2/Ext3



39

## Sistemas de Arquivos

### Ext2/Ext3

- ▣ Características:
  - 5% dos blocos são armazenados para o administrador do sistema (*root*);
  - Permite atualizações síncronas; (*write-through* do MS-DOS);
  - *Links* simbólicos;
  - Controla o *status* do sistema de arquivos utilizando um **Superbloco**;

40

## Sistemas de Arquivos

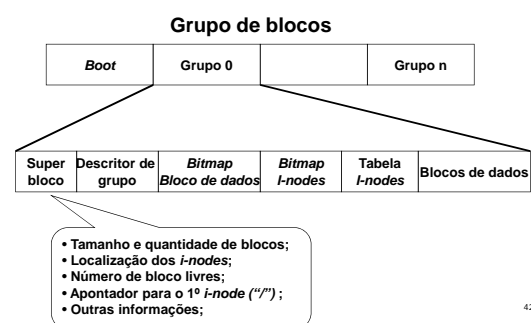
### Ext2/Ext3

- ▣ Pré-alocação de blocos contínuos (adjacentes) → 8 blocos;
- ▣ Partições são divididas em grupos de blocos, cada qual com um **Superbloco**, mapa de *bits*, *i-nodes*;
  - Confiabilidade;
  - Desempenho → menor número de acessos;
- ▣ Limite de tamanho de partição: 4Tb;
- ▣ Limite de tamanho de nome de arquivos: 255 caracteres (podendo ser estendido para 1012);

41

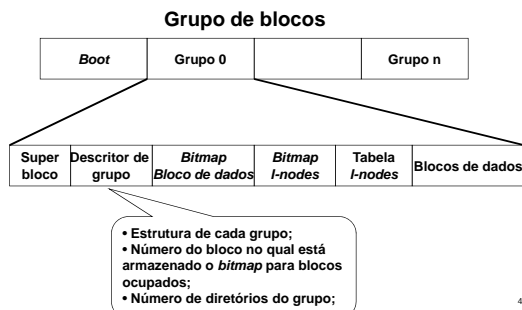
## Sistemas de Arquivos

### Ext2/Ext3



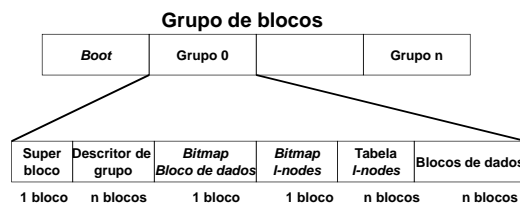
42

## Sistemas de Arquivos Ext2/Ext3



43

## Sistemas de Arquivos Ext2/Ext3



44

## Sistemas de Arquivos Ext2/Ext3

- Diretórios são gerenciados como listas ligadas com entradas de tamanho variado;
- Cada entrada possui os seguintes campos:
  - Número do *i-node*;
  - Tamanho da entrada (Tent);
  - Tamanho do nome (Tnome);
  - Tipo do arquivo (Tipo);
  - Nome;

I-node	Tent	Tnome	Tipo	Nome arquivo
i1	16	05	Ln	file1
i2	40	14	Dir	Long_file_name

Entrada de um diretório Ext2FS

45

## Sistemas de Arquivos Ext2/Ext3

- *Inodes* são de tamanho fixo, com:
  - 12 endereços diretos;
  - 1 endereço indireto, 1 duplamente indireto e 1 triplamente indireto;
  - Endereços de 4 bytes (32bits);
- Os *inodes* são criados no momento da formatação lógica do dispositivo;
- Assim, é possível redimensionar o número de *inodes* de acordo com a capacidade do dispositivo e o tipo e tamanho de arquivos que serão nele armazenados;

46

## Sistemas de Arquivos Ext3

- O GNU/Linux mantém para cada sistema de arquivos montado uma cópia do **superbloco** em memória RAM;
- A chamada de sistema `sync` atualiza os dados dos *superblocos* que estão armazenados em *cache* para seus locais em disco, sincronizando as informações sobre o sistema de arquivos;
  - Ext2 – a cada 30 segundos;
  - Ext3 – a cada 5 segundos;

47

## Sistemas de Arquivos Ext2/Ext3

- Ext2FS possui uma baixa tolerância à falhas;
- Ext3FS: principal diferença → *journaling*;
  - O sistema mantém *logs* dos eventos, permitindo uma recuperação rápida;

48



## Sistemas de Arquivos Ext3

- ❑ A introdução do "**journal**" em sistemas EXT3 modifica a abordagem de recuperação de sistemas de arquivos (*fsck*) e reduz o tempo de parada do sistema para valores muito baixos;
- ❑ Uma área é reservada para a alocação do "**journal**" ou "**log**";

49

## Sistemas de Arquivos Ext3

- ❑ As operações são primeiramente gravadas no **journal**;
- ❑ Quando a atualização é finalizada, um registro de complemento (**commit record**) é gravado sinalizando o final da entrada. Então, as mudanças são efetivamente gravadas em disco;
- ❑ Assim, quando uma falha ocorre, realizando uma consulta ao **journal**, é possível a reconstrução das operações ainda não concluídas e a rápida recuperação do sistema;

50

## Sistemas de Arquivos Ext3

- ❑ Três modos:
  - **Journaling** (Registro de ações): Grava todas as mudanças e usa um arquivo de registros de ações maior.
    - ❑ É o mais lento, mas possui maior capacidade de evitar perdas;
  - **Ordered** (Ordenado): Grava somente mudanças nos metadados (arquivos que possuem informações sobre outros arquivos), mas registra as atualizações nos arquivos de dados antes de fazer as mudanças associadas ao sistema de arquivos.
    - ❑ É o padrão do EXT3;

51

## Sistemas de Arquivos Ext3

- ❑ Três modos:
  - **Writeback**: Grava mudanças nos metadados, mas utiliza o processo de escrita do sistema de arquivos em uso para gravação.
    - ❑ É o mais rápido, porém é o menos confiável e mais suscetível à corrupção de arquivos após uma falha;
    - ❑ Equivalente à instalação de um sistema com EXT2;

52

## Sistema de Arquivos ReiserFS

- ❑ Criado por Hans Reiser e mantido pela NameSys (<http://www.namesys.com>);
- ❑ Árvores balanceadas e finitas (*balanced tree*) (B\*) são usadas para organizar o sistema de arquivos (versão melhorada de árvores B+);
- ❑ Possui suporte a *journaling*;
- ❑ Tamanho de bloco padrão: 4kbytes;
- ❑ Alto desempenho com arquivos pequenos, pois seus dados podem ser armazenados próximos aos metadados, então, ambos podem ser recuperados com um pequeno movimento da cabeça de leitura do disco;

53

## Sistema de Arquivos ReiserFS

- ❑ O ReiserFS é uma camada semântica com métodos e funções que são referenciados para executar tarefas no sistema de arquivos;
- ❑ Trata toda a partição como se fosse uma única tabela de banco de dados contendo diretórios, arquivos e metadados dentro de uma mesma árvore;
  - Tudo que está armazenado na árvore possui uma chave que facilita pesquisas;

54

## Sistema de Arquivos ReiserFS

---

- ▣ Guarda apenas informações sobre os metadados e não as informações dos arquivos em si (como faz o Ext3);
  - Com isso, o ***journal*** armazena menos informações, aumentando as chances de não recuperar dados que estavam sendo gravados no momento de uma falha;
  - Mas melhora o desempenho de acesso;

55