

**COTIL**



**UNICAMP**

# **Sistemas Operacionais**

## **Cap. 8 – Sistemas de Arquivos (File System)**

# Introdução



Uma das formas de armazenamento de informações em microcomputadores (PC) ou em outros sistemas computacionais mais sofisticados, é a utilização de dispositivos com funções específicas para esse fim, conhecidos como discos rígidos ou HDs.

Esses dispositivos não tem a capacidade de organizar e gerenciar o espaço destinado ao armazenamento de dados.

Nesse ponto entram as funcionalidades do Sistema de Arquivos, também conhecido como File System.

# Introdução



O **Sistema de Arquivos** atua como um **intermediário** entre o **disco rígido** e as **informações** a serem armazenadas. É o modo como os dados serão organizados e listados no disco.

Tem a função de **gerenciar** processos que determinam como os dados podem ser gravados, copiados, alterados e até apagados.

Em resumo, **toda e qualquer manipulação de dados** em um dispositivo de mídia, **necessita** de um Sistema de Arquivos para que essas ações sejam possíveis, se não houver uma estrutura de alocação arquivos e manipulação é impossível gravar dados.

# Introdução



Ao trabalharmos com discos rígidos ou HDs é necessário prepará-los, fazendo uma **formatação física**.

Este processo divide o disco em trilhas (são círculos que começam no centro do disco e vão até a sua borda,) e setores (subdivisões de cada trilha, trechos regulares).

Um conjunto de trilhas recebe o nome de cilindro (trilhas acessadas por varias cabeças de leituras, em vários discos empilhados).



# Introdução



A **formatação física** já vem de fábrica e pode ser alterada se o usuário quiser dividir o disco em partições. Depois deve-se fazer uma **formatação lógica**, que nada mais é do que "**instalar**" o **Sistema de Arquivos** no dispositivo de armazenamento.

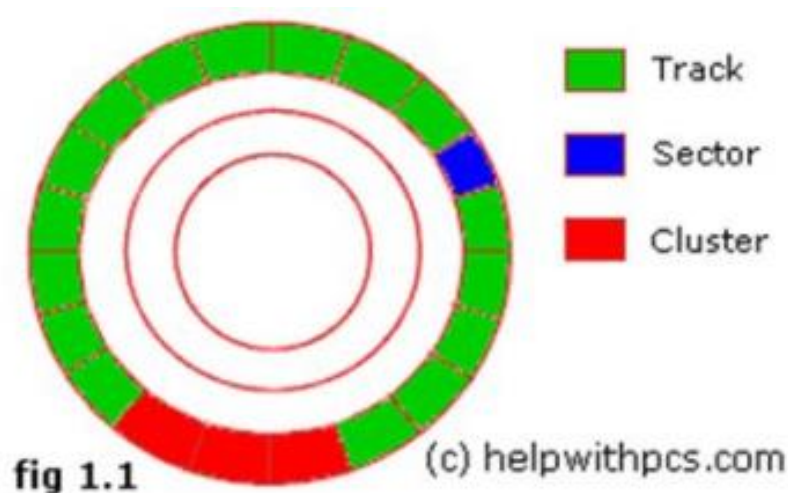
# Cluster



Um **cluster** é a menor parcela do HD que pode ser acessada pelo sistema operacional. É um conjunto de setores.

Cada cluster tem um endereço único.

Um arquivo grande é dividido em vários clusters, mas um cluster não pode conter mais de um arquivo, por menor que seja.



# Cluster



O **tamanho dos clusters** pode **variar** em relação ao **sistema de arquivos** que ele utiliza.

Quanto menores forem os clusters, menor será a quantidade de espaço desperdiçada no HD, sobretudo ao gravar vários arquivos pequenos, já que mesmo com apenas 1 byte de tamanho, qualquer arquivo ocupará um cluster inteiro.

Se por exemplo, um disco com setor de 512 bytes, tiver 5 KB de tamanho, ele terá 10 setores e 5 clusters, se cada cluster ocupar dois setores.

# Arquivos



Muitos usuários já ouviram falar em partições **FAT** ou **FAT32** e **NTFS**, sem saber ao certo o que isso significa.

Essas são **siglas** de **Sistemas de Arquivos** que possuem características estruturais e organizacionais, totalmente diferenciadas, que são utilizadas em várias versões do sistema operacional Windows.



# Arquivos



O sistema de arquivos é a parte do SO responsável pelo gerenciamento dos arquivos:

Estrutura  
Identificação  
Acesso,  
Utilização  
Proteção e  
Implementação.

# Arquivos



Entenda que um **arquivo** é um **recipiente** no qual os dados são armazenados, tendo ele um significado para o sistema ou usuário, e estes podem ser programas executáveis, texto, figura, etc.

Todos os arquivos possuem um nome pelo qual o usuário faz referência a ele.

Além do nome, cada arquivo possui uma série de outros atributos que são mantidos pelo sistema operacional como:

tipo de conteúdo, tamanho, data e hora do último acesso, data e hora da última alteração, lista de usuários que podem acessar o arquivo, etc.

# Arquivos



A **forma** como os dados são dispostos dentro de um arquivo determina sua estrutura interna.

Cada tipo de arquivo possui uma estrutura interna apropriada para a sua finalidade.

Por exemplo, arquivos de texto são organizados em linha ou parágrafos.

# Discos Rígidos



Como já vimos, os discos rígidos são compostos por vários discos internos, onde cada um deles é dividido em círculos concêntricos chamados de **cilindros** ou **trilhas**, e nestas trilhas temos uma certa quantidade de **setores**.

Cada **setor** possui, normalmente, **512 bytes** de informações. Para descobrir a capacidade total de um HD, basta multiplicar o tamanho do setor pela quantidade total de setores que ele tem.

Vale lembrar que 1 KB é representado por 1024 bytes, e não 1000 bytes como muitos pensam.

# FAT16

## (DOS/WINDOWS)



O significado da palavra **FAT** é Tabela de Alocação de Arquivos (File Allocation Table).

FAT é um **mapa** de utilização do disco. Graças a ele, o sistema operacional é capaz de saber exatamente onde um determinado arquivo está armazenado.

FAT não trabalha diretamente com cada setor, mas sim com um **grupo de setores**. Esse grupo é chamado de **cluster** (ou unidade de alocação).

Quando o FAT precisar acessar um determinado setor, primeiro ele descobre em qual cluster ele se encontra.

# FAT16

## (DOS/WINDOWS)



Versão foi desenvolvida no ano de 1980, para atender às necessidades daquela época (MS-DOS).

No início, ele trabalhava somente com 12 bits de endereçamento, valor que passou pra 16 por volta 1987.

Uma característica marcante é a capacidade de nomear os arquivos somente com 8 caracteres + extensão.

Caso seja excedido o valor de caracteres, os caracteres excedidos desaparecerão e no lugar deles aparecerá ~1 ou ~2 (se já existir um outro arquivo com os 8 primeiros caracteres iguais).

# FAT16

## (DOS/WINDOWS)



Existe um inconveniente que quando arquivos são apagados e novos arquivos são escritos no disco, as suas partes tendem a dispersar-se, fragmentando-se por todo o espaço disponível, tornando a leitura e a escrita um processo lento.

Por isso, precisamos desfragmentar o disco para um melhor desempenho na sua função de leitura e gravação.

# FAT16

## (DOS/WINDOWS)



Outro problema é que o FAT16 não reconhece mais que 2GB por ser de 16 bits, utilizando clusters com no máximo 64 KB.

Caso haja um disco com mais de 2GB, será necessário particioná-lo em pedaços máximos de 2GB.

Um dos maiores problemas do FAT diz respeito à segurança, pois neste sistema os arquivos podem ser lidos ou escritos por qualquer usuário do sistema.

É um dos tipos de sistema de arquivos que já foi mais utilizado no mundo.



# FAT32

## (DOS/WINDOWS)



O sistema de arquivos FAT32 é basicamente uma **evolução** do FAT convencional (FAT16), que por volta de 1996 passou a usar os 32 bits.

É um dos sistemas de arquivo mais usados no mundo.

# FAT32

## (DOS/WINDOWS)



Suporta:

- Partições de até 16 TB
- Tamanho de arquivos de 4 GB
- Nome dos arquivos passou de 8 para 256 caracteres
- Superou o antigo limite de 3 caracteres para a extensão, embora este padrão ainda seja largamente utilizado.

# FAT32

## (DOS/WINDOWS)



Com o FAT32, o desperdício em disco foi sensivelmente reduzido.

O FAT16, seu antecessor, utilizava clusters de até 64 KB enquanto o FAT32 pode utilizar clusters de 4 KB.

Se um arquivo ocupa 4 KB de espaço, tanto no FAT16 como no FAT32 a ocupação será de 1 cluster, porém, no caso do FAT16 os 60 KB restantes serão alocados, apesar de ficarem fisicamente vazios.

# FAT32

## (DOS/WINDOWS)



Tem a desvantagem de ser 6% mais lenta que FAT16 e a incompatibilidade com SO antigos.

Não possui recursos de segurança como o NTFS.

Utiliza uma cópia backup da tabela de alocação como sistema de segurança para corrupções de arquivos. Este procedimento é ineficiente, pois uma queda de energia durante uma operação que modifique os metadados pode tornar a partição inacessível ou corromper severamente diversos arquivos.

# FAT32

## (DOS/WINDOWS)



FAT32 é também indicado e usado para unidades móveis (pendrives, cartões de memória, flash drives, etc), devido a possibilidade da remoção rápida do dispositivo e também da maneira como o dispositivo é usado pelo sistema operacional, deixando-o livre apenas para a gravação básica dos dados.

# NTFS

## (DOS/WINDOWS)



Desenvolvido por volta de 1993, é o sistema de arquivos padrão para **grandes unidades**, servidores devido a sua confiabilidade, segurança e estabilidade.

Sua criação foi uma necessidade, pois os sistemas baseados em MS-DOS não eram estáveis o suficiente para a execução em servidores.

Tem recursos como a configuração de permissões em arquivos ou pastas, criptação e compactação nativas e transparentes ao usuário, volumes estendidos e mais uma gama de funções que a maioria dos usuários nem chega a conhecer.

# NTFS



Na década de 2000 os sistemas operacionais Windows passaram a usar o padrão NT.

Uma de suas vantagens diz respeito ao quesito “**recuperação**”: em caso de falhas, como o desligamento repentino do computador, o NTFS é capaz de reverter os dados à condição anterior ao incidente.

Isso é possível, em parte, porque, durante o processo de boot, o sistema operacional consulta um **arquivo de log** que registra todas as operações efetuadas e entra em ação ao identificar nele os pontos problemáticos.

Ainda neste aspecto, o NTFS também suporta redundância de dados, isto é, replicação, como o que é feito por sistemas RAID, por exemplo.

# NTFS

## (DOS/WINDOWS)



Algumas outras características:

**Confiabilidade:** O NTFS foi criado para ser o mais confiável possível e necessitar do mínimo possível de manutenção ao sistema de arquivos.

**Segurança:** Através de permissões de arquivos e pastas, o NTFS permite controlar o acesso aos dados.



# NTFS

## (DOS/WINDOWS)



**Expansibilidade:** Um sistema de arquivos feito para servidores não pode se dar ao luxo de suportar apenas os discos rígidos mais comuns. Ao contrário do FAT, que somente suporta partições de 4Gb, o NTFS foi desenhado para suportar discos de até 16 exabytes.

1	=	1000000
Exabyte		Terabyte

# NTFS

## (DOS/WINDOWS)



**Eficiência:** O FAT desperdiçava enormes quantidades de espaço em disco. Com o NTFS, esses desperdícios foram evitados ao máximo.

**Nomes de arquivos:** Suporta nomes de arquivos e pastas com até 255 caracteres.

# ReFS

## (Windows)



A Microsoft lançou juntamente com o Windows 8 um novo sistema de arquivos batizado de **ReFS** (Resilient File System, sistema de arquivos resiliente, em tradução livre).

O ReFS foi construído sobre as fundações do NTFS para manter a compatibilidade, mas será mais eficiente que ele, pois vai diminuir a quantidade de fragmentação de seus arquivos, e continuará compatível com as versões mais antigas de sistemas como FAT e FAT32.

O ReFS não pode ser usado em mídias removíveis e nem pode ser usado para inicializar um sistema operacional.

# ReFS

## (Windows)



O ReFS foi criado para atender as novas necessidades de armazenamento do Windows, como:

- a capacidade de lidar com grandes volumes,
- a resistência ao corrompimento de arquivos e
- o compartilhamento de conjuntos de armazenamento entre máquinas diferentes.

Um dos principais recursos do ReFS é a verificação e correção automática de dados. O sistema de arquivos foi otimizado para **funcionar até mesmo se for corrompido**. Se isso acontecer, apenas o local com problema será isolado. O restante dos dados continuarão acessíveis.

# EXT

## (Linux)



É um sistema de arquivos criado para uso com sistemas operacionais **Linux**, desenvolvido em 1992.

Foi desenvolvido para superar as deficiências do sistema de arquivos padrão do Minix.

Permitia que os arquivos tivessem nomes de até 255 caracteres por arquivo, e até 2 GB de tamanho por arquivo, mas esse sistema de arquivos ainda possuía algumas limitações, que foram resolvidas na ext2, o que incluía unidades de até 2 TB por partição.

Atualmente ext2 é usado amplamente em unidades móveis (pendrives, cartões de memória, etc) devido ao seu método de escrita.

# EXT3

## (Linux)



### Evolução do ext2.

Um dos seus recursos mais interessantes é o **journaling** (simplicadamente falando, é como se o sistema operacional gravasse um "diário", ou log, com as alterações que vão sendo feitas no disco. Em caso de falha no sistema, o sistema operacional pode ler os dados desse log e realizar uma recuperação dos dados).

Alguns pontos fracos são a baixa velocidade e desempenho reduzido.

# EXT4

## (Linux)



A última evolução dos sistemas ext.

Considerado por muitos uma das melhores evoluções já feitas, é um sistema de arquivos com um desempenho excelente.

O ext4 usa algumas funcionalidades diferentes para melhorar o desempenho, incluindo a forma como os dados estão alocados ("alocação tardia") que resulta em ganho de desempenho e fragmentação quase nula.

Os sistemas de arquivos ext **não** são compatíveis com sistemas operacionais da família Windows, entretanto os sistemas Linux são capazes de ler e gravar em sistemas de arquivos FAT e NTFS.

# EXT4

(Linux)



Este sistema de arquivos é capaz de trabalhar com tamanhos muito maiores, já que pode mover arquivos de até 16 TB.

Também existe a possibilidade de criar até 64.000 subdiretórios, o dobro da capacidade do EXT3.



# ReiserFS/4

## (Linux)



O sistema de arquivos **ReiserFS** teve sua primeira aparição no ano de 2001 pelas mãos de **Hans Reiser**.

ReiserFS foi bem aceito devido ao seu conjunto de características, que o tornam um sistema de arquivos seguro, eficiente, rápido e confiável. Entre seus principais recursos, tem-se:

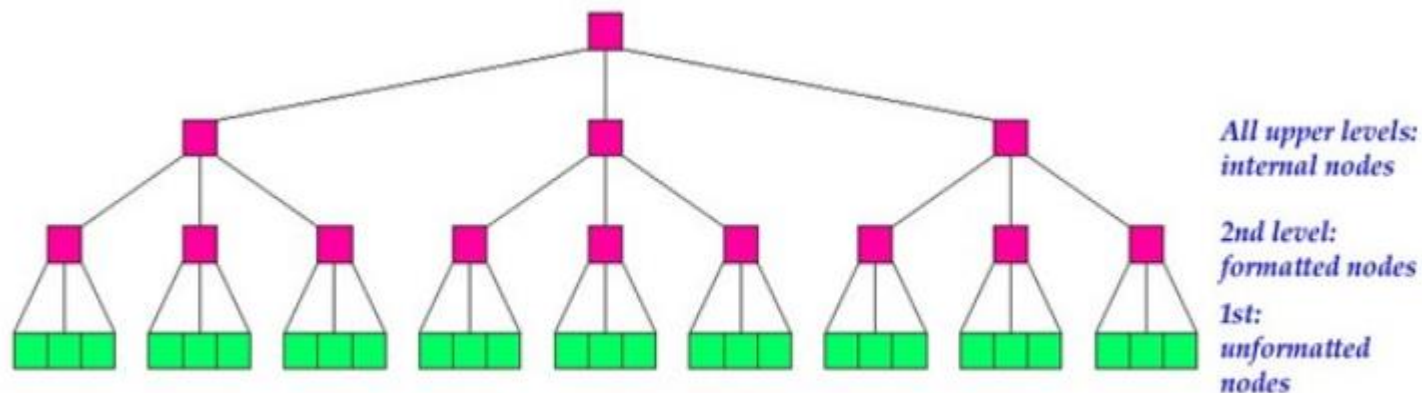
- **Journaling**, um recurso que ajuda a manter a integridade dos dados em caso de erros no sistema causados por desligamento incorreto ou determinadas falhas de hardware, por exemplo.

# ReiserFS/4

(Linux)



- Suporte a arquivos com mais de 2 GB (limitação existente em alguns filesystems);
- – Organização dos objetos do sistema de arquivos em uma estrutura de dados chamada B+Trees (árvores B+). Esse processo organizacional exige algoritmos mais complexos, porém apresenta **performance** superior na gravação e no acesso aos dados, se comparado a outros sistemas de arquivos;



# ReiserFS/4

(Linux)



- Alocação dinâmica de **inodes** (em poucas palavras, inodes são estruturas que contêm informações sobre os arquivos), **diminuindo o desperdício de espaço.**
- Outros sistemas de arquivos têm blocos de tamanho fixo para alocação, assim, se não for necessário usar um bloco inteiro, o espaço restante fica em desuso. **No ReiserFS, a alocação é feita com base no tamanho do arquivo.**

# Android



- Android é um sistema operacional móvel que **roda sobre o núcleo Linux** e sua estrutura não é muito diferente do Linux.
- A estrutura dos arquivos num **disco rígido ou memória flash** costuma estar ordenada de forma hierárquica.
- No Android temos dois sistemas de arquivos, **EXT4** e **F2FS**.

# Android



- Android é um sistema operacional móvel que **roda sobre o núcleo Linux** e sua estrutura não é muito diferente do Linux.
- A estrutura dos arquivos num **disco rígido ou memória flash** costuma estar ordenada de forma hierárquica.
- No Android temos dois sistemas de arquivos, **EXT4** e **F2FS**.

# Android



- O **EXT4** é o sistema de arquivos usado pela maioria dos dispositivos Android.
- **F2FS (Flash-Friendly File System)**  
Trata-se do sistema de arquivos criado por Kim Jaegeuk na Samsung para o núcleo Linux (em que se baseia o Android).

Foi criado para trabalhar de forma específica com os dispositivos de armazenamento **Flash**, ou seja, o tipo de memória da grande maioria dos smartphones.

Os nossos celulares trazem uma memória de estado sólido, ou **SSD**, além de cartões **SD**, em ambos os casos com **tecnologia flash**.

# Android



- Testes demonstraram que o F2FS ganha do EXT4 em quase todas as medições. (5 vezes mais rápido do que o EXT4 na hora de acessar as bases de dados e ao realizar escritas aleatórias - os dois processos mais comuns no Android).
- O EXT4 só mostra vantagem na leitura sequencial, trabalhando 20% mais rápido do que o F2FS.

# iOS



- A partir da versão iOS 10.3, a Apple muda o seu sistema de arquivos.
- Sai o **HFS+**, que é uma atualização padrão utilizada há 30 anos e entra o **Apple File System (APFS)**.
- Esse novo sistema melhora a velocidade do smartphone e aumenta a segurança dos dados com criptografia padrão.
- O APFS foi criado para trabalhar de forma **integrada** em **diferentes plataformas: iOS, macOS, tvOS e watchOS** são diferentes entre si, mas a forma como cada um deles vai gerenciar e proteger os arquivos ali presentes será exatamente a mesma.



# ios



- O APFS foi totalmente projetado para o armazenamento em estado sólido, ou seja, chips de **memória flash**.
- Em sua programação, os desenvolvedores incluíram várias rotinas e truques que aumentam a **velocidade** de iniciação do dispositivo e também da abertura de apps.
- Isso beneficia bastante celulares antigos. Porém, é importante salientar que apenas dispositivos Apple com processadores de **64-bit** suportam o novo sistema de arquivos.

# ios



- Há também suporte a “clones”:
  - Quando você **copia** um documento, o APFS cria um arquivo que faz **referência** ao original e não ocupa mais espaço;
  - Em vez de regravar os mesmos dados. (Se você modificar um desses arquivos, o sistema salva apenas os blocos que foram alterados.);
  - Isso economiza espaço e aumenta a velocidade de gravação de dados.

# A coabitação de vários sistemas de arquivos



Quando **vários sistemas operacionais coexistem** em um mesmo computador, a escolha do sistema de arquivos pode ser problemática, pois ela está estreitamente ligada ao sistema operacional.

Nestes casos, deve-se levar em conta o fato de que é possível que eles tenham que acessar os dados de uns pelos outros.

# A coabitação de vários sistemas de arquivos



A solução mais adequada seria utilizar um sistema de arquivos adaptado para cada um dos sistemas operacionais e dedicar uma partição em FAT para os dados que serão compartilhados pelos diferentes sistemas operacionais.

# Dúvidas



?

# Bibliografia



- <https://pt.linkedin.com/pulse/principais-sistemas-de-arquivo-tipos-arquivos-de-oliveira-gomes> - acessado em 06/10/2017
- <http://br.ccm.net/contents/612-o-sistema-de-arquivos> - acessado em 11/10/2017
- **Acessados em 23/10/2017**
- <https://canaltech.com.br/software/Conheca-o-ReFS-sistema-de-arquivos-do-Windows-8/>
- <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2012/01/microsoft-detalha-o-refs-novo-sistema-de-arquivos-do-windows-8.html>
- <https://www.tecmundo.com.br/windows-8/17975-microsoft-revela-mais-detalhes-sobre-o-refs-seu-novo-sistema-de-arquivos.htm>
- <https://www.vivaolinux.com.br/topico/Conhecimento-Livre/Entendendo-a-estrutura-do-Android>
- <http://www.dimensaotech.com/2008/06/conhecendo-sistemas-de-arquivos/>
- <https://www.androidpit.com.br/sistemas-de-arquivos-android-f2fs-vs-ext4>
- <http://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2017/03/ios-10-3-conheca-os-principais-recursos-do-novo-sistema-do-iphone.html>
- <https://tecnoblog.net/210596/ios-10-3-apfs/>
- <https://canaltech.com.br/mercado/tudo-sobre-apple-file-system-apfs-91548/>
- <https://www.tudocelular.com/apple/noticias/n87381/ios-10-3-sistema-arquivos-iphones-mais-rapido.html>