CENTRO PAULA SOUZA  
ETEC CIDADE TIRADENTES

FILE SYSTEM  
FILE SYSTEM E SUAS CARACTERISTICAS

SÃO PAULO  
2023

GUILHERME CUSTÓDIO NIETO  
LUCAS CARIBÉ ARAUJO

FILE SYSTEM  
FILE SYSTEM E SUAS CARACTERISTICAS

Este trabalho está sendo realizado pelos alunos Guilherme Custódio Nieto e Lucas Caribé Araújo do 1° ano do curso desenvolvimento de sistemas da ETEC Cidade Tiradentes, com o objetivo de informar sobre File Systems.

SÃO PAULO  
2023

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus os meus pais e meus amigos, que sempre estiveram me apoiando e estando ao meu lado, além de meus professores que estão me orientando sempre que preciso.

**AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Etec da Cidade Tiradentes que nos deu a oportunidade de evoluir como pessoas e profissionais na área de tecnologia, além disso agradecemos a nossos amigos e familiares que não nos deixam desistir

**RESUMO**

Neste trabalho, exploramos sistemas de arquivos em diferentes sistemas operacionais. Começamos pelo MS-DOS, destacando sistemas FAT-12 e FAT-16, apontando suas vantagens em simplicidade e eficiência, mas também suas limitações. No contexto do Windows, abordamos o sistema FAT-32, realçando sua compatibilidade e baixa sobrecarga, enquanto observamos desvantagens como limitações de tamanho e fragmentação. No ambiente Linux, exploramos o sistema EXT4 e suas características, e introduzimos o JFS. Finalmente, analisamos o macOS e seu sistema de arquivos APFS, destacando recursos como criptografia e aumento de desempenho.

**RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA (ABSTRACT)**

In this work, we explore file systems in different operating systems. We start with MS-DOS, highlighting FAT-12 and FAT-16 systems, pointing out their advantages in terms of simplicity and efficiency, but also their limitations. In the context of Windows, we discuss the FAT-32 system, highlighting its compatibility and low overhead, while noting drawbacks such as size limitations and fragmentation. In the Linux environment, we explored the EXT4 system and its characteristics, and introduced JFS. Finally, we take a look at macOS and its APFS file system, highlighting features like encryption and performance boosts.

SUMÁRIO

Sumário

[INTRODUÇÃO 1](#_Toc143717860)

[FILE SYSTEMS 2](#_Toc143717861)

[INTRODUÇÃO 2](#_Toc143717862)

[**MS-DOS** 2](#_Toc143717863)

[FAT-12 2](#_Toc143717864)

[FAT-16 2](#_Toc143717865)

[**WINDOWS** 4](#_Toc143717866)

[FAT-32 4](#_Toc143717867)

[ReFS 4](#_Toc143717868)

[**LINUX** 6](#_Toc143717869)

[EXT4 6](#_Toc143717870)

[JFS 7](#_Toc143717871)

[**MAC OS** 8](#_Toc143717872)

[APFS 8](#_Toc143717873)

[HFS 9](#_Toc143717874)

[CONSIDERAÇÃO FINAIS 11](#_Toc143717875)

[SUBTÍTULO 11](#_Toc143717876)

[REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 12](#_Toc143717877)

[GLOSSARIO 13](#_Toc143717878)

[APENDICES 14](#_Toc143717879)

[ANEXOS 15](#_Toc143717880)

# INTRODUÇÃO

Os sistemas de arquivos desempenham um papel fundamental no cenário da tecnologia da informação ao gerenciar e administrar unidades de armazenamento de dados. Essas unidades, frequentemente compostas por discos magnéticos, como os HDs, são essenciais para a organização eficiente de informações. Os sistemas de arquivos têm a responsabilidade de realizar operações cruciais como leitura, escrita, exclusão e recuperação de dados na unidade de memória. Dado que cada sistema operacional apresenta particularidades, existe uma ampla variedade de sistemas de arquivos, muitas vezes associando-se um sistema específico a cada sistema operacional.

Neste contexto, examinaremos uma série desses sistemas de arquivos, discutindo suas características e particularidades. É válido observar que "um sistema de arquivos, ou file system, é uma forma de criar uma estrutura lógica de acesso a dados em uma partição." (CARDOSO, Filipa, 2016)

# FILE SYSTEMS

## INTRODUÇÃO

## **MS-DOS**

O MS-DOS é um sistema operacional desenvolvido pela própria Microsoft. Hoje em dia, o sistema já caiu em desuso e não tem a popularidade que um dia teve. Inclusive, encontrar informações sobre ele é um tanto quanto difícil, pois a maioria dos blogs que falam sobre o assunto está em outras línguas. No entanto, tentei reunir o máximo de informações possíveis, e a maior parte delas foi retirada da Wikipédia. Sabia que o sistema foi vendido para a IBM por 75 mil dólares? Mas isso fica para outra pesquisa.

### FAT-12

Foi um dos primeiros sistemas de arquivos do sistema operacional MS-DOS. Era um sistema antigo e simples.

**VANTAGENS:**

* Simplicidade: O FAT-12 era um sistema simples e de fácil modificação, o que era muito bom para os sistemas limitados dos antigos hardwares.
* Eficiência: O FAT-12 era perfeito para dispositivos com baixa capacidade de armazenamento, como os famosos disquetes, onde o tamanho dos arquivos era essencial para o bom funcionamento dos dispositivos.

**DESVANTAGENS:**

* Limitação de Tamanho: Um problema bem conhecido do FAT-12 era que ele suportava partições de apenas 16MB, o que era inviável para os novos dispositivos.
* Falta de Segurança: Outro problema que fez com que o sistema fosse substituído era que o sistema de permissões e segurança era muito limitado.
* Limitação de Nomes: Um problema que chega a ser cômico é que o FAT-12 tinha uma limitação de 8 caracteres, um ponto e a extensão do arquivo, por exemplo, (Mauricio.pdf).

### FAT-16

Serviu como uma evolução do FAT-12, corrigindo alguns problemas e melhorando de diversas formas.

**VANTAGENS:**

* Compatibilidade: O FAT-16 era compatível com vários sistemas operacionais, tornando-o útil para compartilhar dados entre diferentes plataformas.
* Desempenho: O FAT-16 tinha um desempenho bom para uso básico, o que proporcionava um desempenho satisfatório em sistemas mais antigos e lentos.

**DESVANTAGENS:**

* Ineficiência com arquivos Grandes: O FAT-16 dividia o espaço em clusters, que eram bem pequenos, dificultando o armazenamento de arquivos grandes, além de desperdiçar espaço de armazenamento.
* Fragmentação: Semelhante ao sistema anterior, o FAT-16 também sofria com fragmentação de arquivos, o que era prejudicial ao longo do tempo.
* Erros do passado: Assim como o antecessor, o FAT-16 sofria da limitação de caracteres para o nome dos arquivos, a falta de recursos para a segurança e permissões e também a limitação de partição. Neste sistema, a partição era em torno de 2GB, o que para as novas gerações de unidades de armazenamento era extremamente pouco.

## **WINDOWS**

O Windows é um dos, se não o maior e mais popular sistema operacional. O Windows se popularizou porque foi um dos primeiros sistemas operacionais a sair do sistema de códigos e adotar uma interface mais visual, o que fez com que o sistema se tornasse popular em todo o mundo.

### FAT-32

O FAT-32 foi um dos primeiros sistemas de arquivos do Windows, sendo uma "evolução" do FAT-16. O sistema FAT-32 foi utilizado não apenas no Windows, mas também no MacOS e Linux.

**VANTAGENS:**

* Compatibilidade: Assim como o FAT-12 e o FAT-16, ele tinha um ótimo sistema de compatibilidade com outros sistemas operacionais, facilitando o compartilhamento de dados entre diferentes computadores.
* Baixa sobrecarga: Hoje em dia, o sistema utilizado é o NTFS, porém o FAT-32 causa uma sobrecarga no sistema bem menor em comparação com o atual, então em dispositivos mais lentos e fracos, talvez ele não seja uma má ideia.

**DESVANTAGENS:**

* Limitação de tamanho de arquivos: A grande desvantagem da maioria dos modelos FAT-12, FAT-16 e também presente no FAT-32 é a limitação de armazenamento, neste caso suportando arquivos de no máximo 4 GB, o que para os níveis de arquivos de hoje em dia é pouco.
* Limitação de tamanho de partições: Assim como seus antecessores, ele possuía uma limitação no tamanho da partição do disco rígido, que no FAT-32 era de no máximo 32 GB, o que pode causar alguns problemas.
* Fragmentação: O FAT-32 é muito mais propenso a gerar problemas de fragmentação de arquivos do que o atual sistema NTFS, o que afeta o desempenho a longo prazo.

### ReFS

O ReFS foi um sistema mais novo em comparação com o FAT-32, sendo introduzido no "Windows Server 2012". Ele foi especialmente projetado para servidores, contendo boas medidas de segurança e mantendo a integridade dos dados.

**VANTAGENS:**

* Integridade: O principal destaque do sistema ReFS é a sua integridade de dados. Ele utiliza um sistema de verificação de integridade avançado que detecta e corrige erros, garantindo assim a integridade dos dados armazenados.
* Resiliência: O ReFS foi projetado para ser resistente a falhas. Ele basicamente consegue lidar com falhas no disco de armazenamento sem comprometer os dados salvos no hardware.
* Desduplicação: O ReFS tem um sistema que lida com duplicatas de arquivos, evitando assim que dados desnecessários ocupem espaço de armazenamento.

**DESVANTAGENS:**

* Limitação de disponibilidade: O ReFS estava disponível apenas em versões de servidores do Windows, o que acabava por limitar o sistema apenas para desktops.
* Compatibilidade: Alguns programas são completamente incompatíveis com o sistema ReFS, então você deve sempre verificar a compatibilidade dos programas e aplicativos com o sistema antes de fazer o download.
* Desempenho: Embora o ReFS seja um sistema que suporta cargas altíssimas, nem sempre ele será o mais veloz das opções. O atual NTFS, por exemplo, pode ser mais eficiente em diversos casos de uso.

## **LINUX**

Surgindo em 1991, criado por Linus Torvalds, o Linux é um dos sistemas operacionais mais utilizados. Na verdade, o termo "Linux" refere-se ao kernel de um sistema operacional. Ele é a parte responsável pela comunicação entre hardware e software, alocando recursos de acordo com as necessidades do software (SIMIONI, 2021).

Entretanto, o Linux vai além disso, consistindo em um conjunto de bibliotecas, gerenciadores de pacotes, interfaces e outros elementos, formando um sistema operacional completo. É a combinação do kernel Linux com outros componentes, como utilitários, bibliotecas, serviços e interfaces de usuário, que resulta nas distribuições Linux (ALICE, 2023).

Além disso, o Linux é um sistema de código aberto, permitindo contribuições para melhorias e adaptações. Essas modificações geram diferentes distribuições, cada uma com objetivos específicos. As distribuições são desenvolvidas por comunidades, criadores e organizações globais, que utilizam o kernel Linux como base e acrescentam ferramentas, pacotes e interfaces (ALICE, 2023)

### EXT4

Sendo o sistema de arquivos mais usado e conhecido do Linux, foi criado por Remy Card em 1992 para o sistema Minix, porém, foi evoluindo e foi adotado pelo kernel do Linux, sendo amplamente usado hoje em dia

Existem cerca de 4 versões, que foram evoluindo com o tempo, a versão mais atual é a Etx4, lançada em 2008. Esta versão nos permite trabalhar com tamanhos colossais de arquivos, longe mesmo dos terabites, além disso tivemos muita evolução comparado a antigas versões, como diz o Pedro Delfino: "Em relação às versões anteriores (ext3 e ext2), o ext4 representa um salto importante, o qual resultou até o momento os sistemas Linux de alto desempenho disponíveis hoje em dia." (Pedro Delfino, Sem data)

**VANTAGENS:**

* - Possibilidade de utilizar diferentes discos/unidades e obter desempenho satisfatório, o que beneficia aplicações baseadas em E/S de disco intensivo.
* - Opções de montagem variadas para aumentar a proteção, influenciar o desempenho ou estabilidade de maneira mais específica.
* - Gerenciamento independente do espaço, permitindo isolar o espaço usado por um aplicativo malicioso sem afetar outros aplicativos.
* - Fragmentação de uma partição específica é independente das outras.
* - Possibilidade de realizar snapshots, montagem, desmontagem, formatação, desfragmentação e monitoramento do desempenho dos sistemas de arquivos de forma autônoma.
* - Criptografia em volumes específicos.
* - Montagem de volumes sob demanda.

**DESVANTAGENS:**

* - Aumento da sobrecarga administrativa do sistema de arquivos.
* - Maior probabilidade de desperdício de espaço em disco.
* - Maior ocorrência de problemas relacionados ao espaço em disco.
* - Dificuldade em criar snapshots consistentes de um aplicativo em execução em volumes diferentes.
* - Uso ligeiramente maior de recursos.
* - Dependendo do tipo de volume (rótulo MS-DOS, LVM, btrfs...), a alocação eficiente de espaço a partir de um volume ao diminuir outro pode ser inviável.

### JFS

JFS, ou "Journaled File System," é um sistema de arquivos criado pela IBM em 1990 para o sistema operacional AIX. Mais tarde, evoluiu para ser aceito pelo Linux. Ele mantém um registro de todas as alterações feitas em cada arquivo, permitindo a recuperação fácil de dados após falhas do sistema ou quedas de energia (CHRISTENSSON, 2013).

**VANTAGENS:**

* - Reduz a possibilidade de corrupção ou perda de dados durante falhas do sistema ou interrupções de energia.
* - Recuperação mais rápida do sistema de arquivos após uma falha.
* - Registra e mantém um log das alterações feitas em arquivos ativamente escritos.
* - O log do journal e o sistema de arquivos não precisam estar no mesmo dispositivo.

**DESVANTAGENS:**

* - Requer um certo espaço de armazenamento no disco rígido.
* - Utiliza recursos adicionais de processamento, memória e acesso ao disco.
* - Não é compatível com meios de armazenamento antigos e computadores antigos.

## **MAC OS**

Sendo da Apple, o MacOS é um sistema operacional criado em 1984 para a linha Macintosh de PCs lançados pela empresa. Portanto, todos os computadores lançados e vendidos pela Apple vêm com o MacOS pré-instalado. É um sistema leve e otimizado, desenvolvido especificamente para computadores já montados, o que exige leveza e otimização. "O sistema operacional MacOS é pré-instalado em todos os computadores pessoais Macs desde 2002, tornando-se o segundo sistema operacional de desktop mais utilizado no mundo, perdendo apenas para o sistema operacional da Microsoft, o Windows." (RODRIGUES, Bruno. 2022).

O Macintosh foi muito importante, pois inspirou a Microsoft na criação de sua GUI e interfaces gráficas para seu Sistema Operacional, como afirma Bruno Rodrigues (2022): "O Macintosh foi quem trouxe a era dos sistemas de interface gráfica de usuário (GUI) e inspirou a Microsoft Corporation a desenvolver seu próprio GUI, o Sistema Operacional Windows."

### APFS

A sigla APFS significa "Apple File System" e foi criada em 2017. É o principal sistema de arquivos da Apple atualmente. Foi desenvolvida para substituir o HFS+, o sistema de arquivos usado anteriormente desde 1998. A nova versão é mais otimizada para armazenamentos flash, como SSD, por exemplo. "APFS (Apple File System) is a proprietary system for organizing and structuring data on a storage system." (NELSON, Tom. 2021).

O APFS trouxe muitas melhorias e atualizações em relação ao antigo sistema de arquivos, como afirmou Diego Melo: "O APFS também oferece novos recursos como dimensionamento rápido de diretórios, criptografia mais robusta, aumento do número máximo de arquivos e melhorias nos fundamentos do sistema de arquivos."

**VANTAGENS:**

* Permite clones ou múltiplas cópias do mesmo arquivo, armazenando apenas alterações como deltas, o que reduz o espaço de armazenamento ao revisar ou copiar arquivos.
* Pode criar instantâneos pontuais.
* Criptografia de disco completo com criptografia de chave única ou múltipla para maior segurança.
* Usa somas de verificação para integridade de metadados.
* Previne a corrupção de metadados, criando registros em vez de substituir os existentes, que podem corromper devido a falhas no sistema.
* Aumenta o desempenho em alguns dispositivos, eliminando a necessidade de gravações duplas em comparação com o sistema de arquivos HFS+ Journaled.
* O gerenciamento mais eficiente do armazenamento normalmente gera espaço livre adicional.

**DESVANTAGENS:**

* As somas de verificação são apenas para integridade de metadados, não para dados do usuário.
* A compactação não está disponível.
* Volumes criptografados só podem ser acessados por outros computadores executando o macOS High Sierra.
* Não suporta unidades Fusion.
* Não é possível usar NVRAM para armazenamento de dados.

### HFS

Lançado em 1985, o HFS (Hierarchical File System) foi criado para discos rígidos Macintosh. Quanto mais arquivos, mais ele se expande para se adequar ao disco rígido. "When a hard disk is formatted for a Macintosh computer, the hierarchical file system is used to create a directory that can expand as new files and folders are added to the disk." (CHRISTENSSON, Per. 2006). Uma característica é que o HFS não tem suporte para Windows, uma vez que é próprio do Macintosh.

Com o surgimento de HDs com suporte a bases de dados maiores, o HFS teve uma atualização e tornou-se o HFS+, ou HFS Extended. Isso otimizou o espaço ocupado por arquivos mínimos, resultando em um processamento mais rápido. "Como o HFS não foi originalmente projetado para lidar com discos rígidos grandes, como os discos rígidos de 100 GB + que são comuns hoje, a Apple introduziu um sistema de arquivos atualizado chamado HFS +, ou HFS Extended, com o lançamento do Mac OS 8.1." (CHRISTENSSON, Per. 2006).

**VANTAGENS:**

* Compatível com todas as versões do Mac OS X e MacOS.
* Volumes criptografados podem ser acessados por qualquer versão do Mac OS X e MacOS.
* Suporta unidades Fusion.

**DESVANTAGENS:**

* O acesso simultâneo ao sistema de arquivos por um processo não é permitido.
* Ausência de instantâneos.
* Não há suporte para datas além de 6 de fevereiro de 2040.
* Suporte limitado a arquivos nativos de outros sistemas de arquivos.
* Os carimbos de data e hora não usam o padrão de nanossegundos.
* Faltam somas de verificação para integridade dos dados.

# CONSIDERAÇÃO FINAIS

Conclusão final Nesta pesquisa, aprendemos muito sobre sistemas de arquivos em geral e também adquirimos conhecimento sobre alguns sistemas operacionais. Durante a pesquisa, destacamos os pontos positivos e negativos de cada sistema de armazenamento, abordando dois sistemas de arquivos por sistema operacional. Assim como os próprios computadores, que evoluíram de geração em geração, observamos a mesma lei de evolução em quase tudo, e aqui não é diferente. Os sistemas de armazenamento têm melhorado de geração para geração, começando com dispositivos simples de armazenamento, como um CD ou DVD, e chegando às gerações mais atuais, como um SSD. A mesma lei se aplica aos gerenciadores de arquivos, que evoluíram junto com esses dispositivos de armazenamento.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**MS-DOS**

WIKIPEDIA. MS-DOS. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/MS-DOS. Acesso em: 19/08/2023.

INETDAEMON.COM. Sistema de arquivos MS-DOS. Disponível em: https://www.inetdaemon.com/tutorials/computers/software/operating\_systems/windows/ms-dos/filesystem.shtml#. Acesso em: 19/08/2023.

**WINDOWS**

WIKIPEDIA. **ReFS**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/ReFS. Acesso em: 20/08/2023

CONTROLE.NET. **ReFS ou Resilient File System: O sistema de arquivos para Windows Server.** Disponível em: https://www.controle.net/faq/refs-ou-resilient-file-system-o-sistema-de-arquivos-para-windows-server. Acesso em:20/08/2023.

WIKIPÉDIA. **FAT32**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/FAT32. Acesso em: 20/08/2023.

TECNOBLOG. **FAT-32**. Disponível em: https://tecnoblog.net/sobre/fat32/. Acesso em: 20/08/2023.

**LINUX**

ALICE, Akemi. An introduction to the ext4 filesystem. Disponível em: https://opensource.com/article/17/5/introduction-ext4-filesystem. Acesso em: 19/08/2023.

SIMIONI, Dionatan. O que é Linux? Disponível em: https://www.hostgator.com.br/blog/o-que-e-linux/. Acesso em: 19/08/2023.

DELFINO, Pedro. Sistema de arquivos. Disponível em: https://e-tinet.com/sistema-de-arquivos/#:~:text=Os%20cinco%20principais%20sistemas%20de%20arquivos%20para%20Linux,Linux%20Red%20Hat%20...%205%205.%20Btrfs%20. Acesso em: 19/08/2023.

BOTH, David. An introduction to the ext4 filesystem. Disponível em: https://opensource.com/article/17/5/introduction-ext4-filesystem. Acesso em: 19/08/2023.

GUEDES, Kayobrussy. O que é ext4: tudo o que você precisa saber sobre ele. Disponível em: https://www.topgadget.com.br/howto/tech/o-que-e-ext4-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-ele.htm. Acesso em: 19/08/2023.

JORDAN, Larry. Ext4 File System: What Is It and How to Recover Data from It. Disponível em: https://recoverit.wondershare.com/file-system/ext4-file-system.html. Acesso em: 19/08/2023.

CHRISTENSSON, Per. JFS (Journaled File System). Disponível em: https://techterms.com/definition/jfs. Acesso em: 19/08/2023.

DAI, Helen. Journaling File System: What Is Journaling? Disponível em: https://www.minitool.com/lib/journaling-file-system.html. Acesso em: 19/08/2023.

**MAC OS**

RODRIGUES, Bruno. O que é MacOS: sistema operacional. Disponível em: https://www.tekimobile.com/o-que-e-macos-sistema-operacional/. Acesso em: 19/08/2023.

MELO, Diego. O que é APFS (Apple File System)?. Disponível em: https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-apfs-apple-file-system/. Acesso em: 19/08/2023.

VIGO, Jesus. APFS vs. HFS+: Which Apple File System is Better?. Disponível em: https://www.techrepublic.com/article/apfs-vs-hfs-which-apple-filesystem-is-better/. Acesso em: 19/08/2023.

CHRISTENSSON, Per. HFS (Hierarchical File System). Disponível em: https://techterms.com/definition/hfs. Acesso em: 19/08/2023.