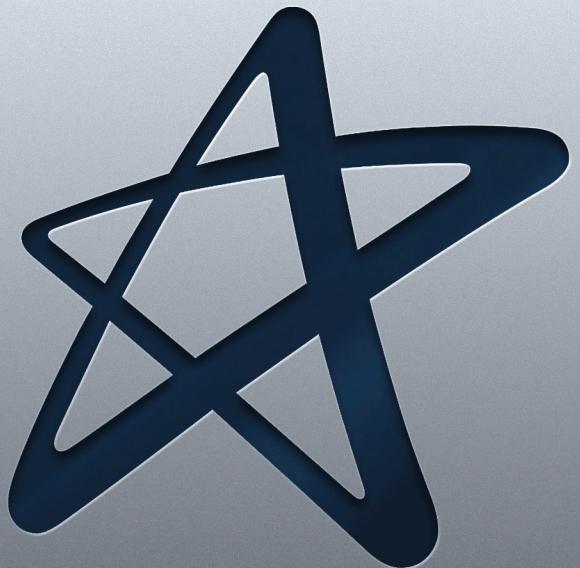


Arquitetura de Sistemas Distribuídos



Cruzeiro do Sul Virtual
Educação a distância

Material Teórico



Sistemas de Arquivos Distribuídos e *Clusters*

Responsável pelo Conteúdo:

Prof. Me. Max D'Angelo Pereira

Revisão Textual:

Prof.^a Me. Sandra Regina Fonseca Moreira

UNIDADE

Sistemas de Arquivos Distribuídos e *Clusters*



- Introdução;
- Sistemas de Arquivos;
- Sistemas de Arquivos Distribuídos;
- *Clusters*;
- *Google File System*.



OBJETIVO DE APRENDIZADO

- Compreender o funcionamento de sistemas de arquivos distribuídos e os conceitos de *cluster*, exemplificando com o estudo de caso do *Google File System*.



Orientações de estudo

Para que o conteúdo desta Disciplina seja bem aproveitado e haja maior aplicabilidade na sua formação acadêmica e atuação profissional, siga algumas recomendações básicas:

Determine um horário fixo para estudar.

Mantenha o foco! Evite se distrair com as redes sociais.

Procure manter contato com seus colegas e tutores para trocar ideias! Isso amplia a aprendizagem.

Seja original! Nunca plágie trabalhos.

Aproveite as indicações de Material Complementar.

Conserve seu material e local de estudos sempre organizados.

Não se esqueça de se alimentar e de se manter hidratado.

Assim:

- ✓ Organize seus estudos de maneira que passem a fazer parte da sua rotina. Por exemplo, você poderá determinar um dia e horário fixos como seu “momento do estudo”;
- ✓ Procure se alimentar e se hidratar quando for estudar; lembre-se de que uma alimentação saudável pode proporcionar melhor aproveitamento do estudo;
- ✓ No material de cada Unidade, há leituras indicadas e, entre elas, artigos científicos, livros, vídeos e sites para aprofundar os conhecimentos adquiridos ao longo da Unidade. Além disso, você também encontrará sugestões de conteúdo extra no item **Material Complementar**, que ampliarão sua interpretação e auxiliarão no pleno entendimento dos temas abordados;
- ✓ Após o contato com o conteúdo proposto, participe dos debates mediados em fóruns de discussão, pois irão auxiliar a verificar o quanto você absorveu de conhecimento, além de propiciar o contato com seus colegas e tutores, o que se apresenta como rico espaço de troca de ideias e de aprendizagem.

Introdução

Por isso, você irá conhecer os **Sistemas de Arquivos Distribuídos**, que permitem que dados sejam compartilhados e acessados mesmo estando distribuídos em múltiplos discos, em computadores diferentes, através de uma rede de computadores.



Convido você a refletir sobre o fato de que, para os sistemas distribuídos, compartilhar dados é fundamental.



Figura 1

Fonte: Getty Images

Sistemas de Arquivos

Os sistemas de arquivos foram originalmente desenvolvidos como um recurso do sistema operacional que implementa uma interface de programação para armazenamento e recuperação de arquivos armazenados em memória secundária (disco, fita, CD, *pen drive* etc.).

Os sistemas de arquivos são responsáveis por: organização, armazenamento, recuperação, atribuição de nomes, compartilhamento e proteção de arquivos.

Projetados para armazenar e gerenciar muitos arquivos, com recursos para criação, atribuição de nomes e exclusão de arquivos.



Vídeo aula sobre Introdução ao sistema de arquivos: <https://youtu.be/PKox6AIVTT8>.

Atributos de Arquivo

Um arquivo possui certos atributos que variam de um sistema operacional para o outro, mas que normalmente são os seguintes:

Tabela 1 – Exemplos de atributos de um arquivo

Nome
Tamanho do arquivo
Data e hora de criação
Data e hora de acesso
Data e hora de modificação
Tipo
Atributos (somente leitura, oculto, arquivo de sistema)
Proprietário

Os sistemas de arquivos geralmente possuem diretórios (também chamados de pastas), que permitem ao usuário agrupar arquivos em coleções separadas. Um diretório pode conter outros diretórios e agrupar vários arquivos, auxiliando na organização dos dados que serão armazenados.

```
C:\Windows\Temp>dir
O volume na unidade C não tem nome.
O Número de Série do Volume é AAA7-DA6B

Pasta de C:\Windows\Temp

23/10/2018 17:34    <DIR>      .
23/10/2018 17:34    <DIR>      ..
20/10/2018 08:17    <DIR>      65A6A18B-FA5D-4D9F-85C1-6C43BA768D42-Sigs
20/10/2018 08:11    <DIR>      Crashpad
23/10/2018 17:32    <DIR>      DiagTrack_alternativeTrace
23/10/2018 17:32    <DIR>      DiagTrack_aot
23/10/2018 17:32    <DIR>      DiagTrack_diag
23/10/2018 17:32    <DIR>      DiagTrack_miniTrace
26/07/2018 17:47    <DIR>      Diebold
20/10/2018 08:05          0 FXSAPIDebugLogFile.txt
20/10/2018 08:05          0 FXSTIFFDebugLogFile.txt
23/10/2018 17:33          97.334 MpCmdRun.log
20/10/2018 08:17          11.164 MpSigStub.log
20/10/2018 08:57          244 tem2087.tmp
                           5 arquivo(s)     108.742 bytes
                           9 pasta(s)     59.703.947.264 bytes disponíveis
```

Figura 2 – Listagem de diretórios em linha de comando do Windows

Caminho (*path*) de Arquivo

O caminho (*path*) de um arquivo é definido pela forma geral do nome de um arquivo ou diretório e determina a localização única em um sistema de arquivos. Um caminho aponta para uma localização do sistema de arquivo seguindo a hierarquia de árvore de diretórios expressada em uma cadeia de caracteres na qual, os componentes do caminho, separados por um caractere delimitador, representam cada diretório.

Todo arquivo armazenado em um sistema de arquivos possui um nome e um caminho que o identifica unicamente em tal sistema. Um caminho representa uma estrutura de diretórios, que pode ser representada como uma árvore.

Tal árvore possui uma raiz, e cada nó pode possuir mais árvores ou arquivos. Dessa forma, para localizar um arquivo em uma árvore de diretórios (usados para agrupar arquivos) basta seguir o caminho do arquivo e, ao chegar ao diretório final, procurar pelo nome de tal arquivo.

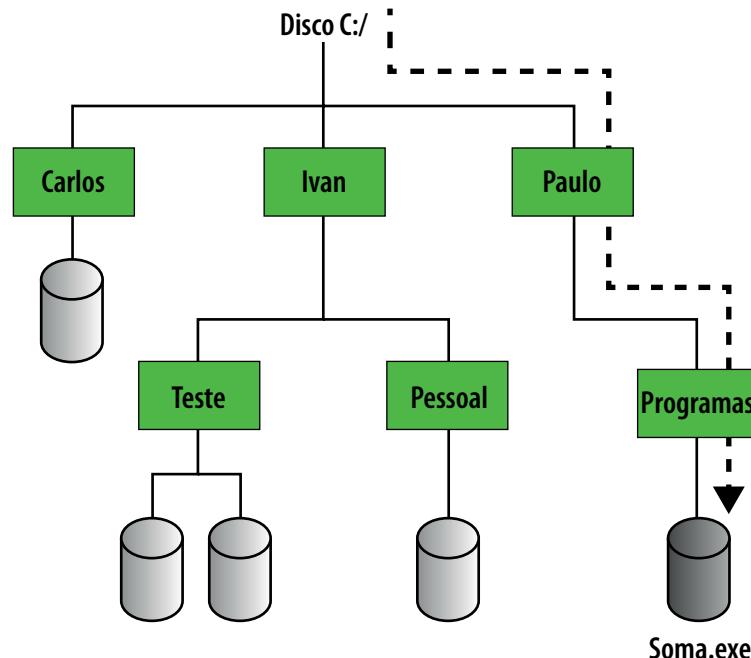


Figura 3 – Caminho de arquivo

Exemplo de caminho de arquivo em sistema operacional da família do *Microsoft Windows*:

C:\Documentos\Musicas\Metallica_Enter-Sandman.mp3

Exemplo de caminho de arquivo em sistema operacional da família do *Unix/Linux*:

/home/documentos/musicas/Pantera_Walk.mp3

São muito semelhantes, basicamente, com a diferença do uso da “\” ou “/” como separador de diretórios.

Sistemas Operacionais e Sistemas de Arquivos

Existe uma relação entre o sistema operacional e a forma como esses sistemas gerenciam os arquivos e diretórios. Muitos sistemas operacionais incluem suporte para mais de um sistema de arquivos, mas, em muitos casos, o sistema operacional e o sistema de arquivos estão ligados de acordo com a implementação do núcleo do sistema operacional, tornando difícil a tarefa de separá-los.

Veja no quadro abaixo os sistemas de arquivos suportados por cada um dos sistemas operacionais:

Tabela 2

Sistema operacional	Tipos de sistema de arquivos suportados
Dos	FAT16
Windows 95	FAT16
Windows 95 OSR2	FAT16, FAT32
Windows 98	FAT16, FAT32
Windows NT4	FAT, NTFS (versão 4)
Windows 2000/XP	FAT, FAT16, FAT32, NTFS (versões 4 e 5)
Linux	Ext2, Ext3, ReiserFS, Linux Swap (FAT16, FAT32, NTFS)
MacOS	HFS (Hierarchical File System), MFS (Macintosh File System)
OS/2	HPFS (High Performance File System)
SGI IRIX	XFS
FreeBSD, OpenBSD	UFS (Unix File System)
Sun Solaris	UFS (Unix File System)
IBM AIX	JFS (Journaled File System)

Fonte: CCM, 2017

Sistemas de Arquivos Distribuídos

Os Sistemas de Arquivos Distribuídos são necessários para a implementação de aplicações distribuídas. Esses sistemas permitem que os dados sejam compartilhados e fiquem acessíveis de qualquer computador conectado à rede de maneira segura e confiável.

Segundo Coulouris *et al.* (2013), os sistemas de arquivos foram originalmente desenvolvidos para sistemas de computadores centralizados ou *desktop*.

Posteriormente, adquiriram atributos como controle de acesso e mecanismos de proteção de arquivos. Os Sistemas de Arquivos Distribuídos permitem o compartilhamento de informações através de recursos de *hardware* e *software*. Quando bem projetado, um sistema de arquivo dá acesso a arquivos armazenados em um servidor com desempenho e confiabilidade semelhantes aos arquivos armazenados em discos locais.

Vejamos um estudo de caso do *Networking File System* (NFS).

Networking File System (NFS)

O *Networking File System* (NFS) foi projetado para ser um sistema de arquivos distribuído e transparente no acesso aos arquivos em rede. Foi o primeiro Sistema de Arquivos Distribuídos, inicialmente, utilizado apenas em ambiente UNIX.

O NFS, desenvolvido inicialmente pela *Sun Microsystems*, é o Sistema de Arquivos Distribuídos mais utilizado em sistemas Unix. Em 1985, a *Sun* tornou público o protocolo do NFS, o que permitiu que outras empresas e desenvolvedores pudessem criar clientes e servidores NFS. Hoje em dia, já é possível encontrar implementações do NFS (tanto cliente como servidor) para quase todos os sistemas operacionais existentes, inclusive sistemas não UNIX, como o Windows. Isso também foi facilitado pelo fato de o NFS definir uma interface RPC (*Remote Procedure Call*) que utiliza uma representação de dados independente da máquina chamada.

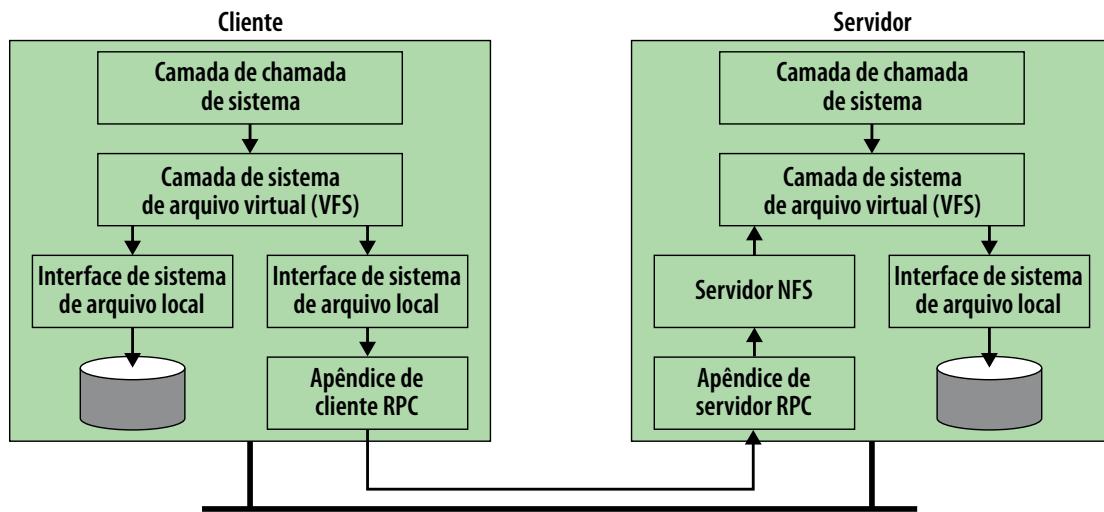


Figura 4 – Arquitetura básica do NFS

Um cliente acessa o sistema de arquivos usando as chamadas de sistema do sistema operacional local. A camada de sistema de arquivos virtual se encarrega de chamar a interface de sistema de arquivos local, ou, no caso de um arquivo localizado em um dispositivo remoto, o NFS irá realizar uma chamada de procedimento remoto ao dispositivo que está atuando como servidor do arquivo desejado.

A vantagem do NFS é a possibilidade de tornar compatível o compartilhamento de arquivos independentemente do tipo de sistema de arquivos locais.

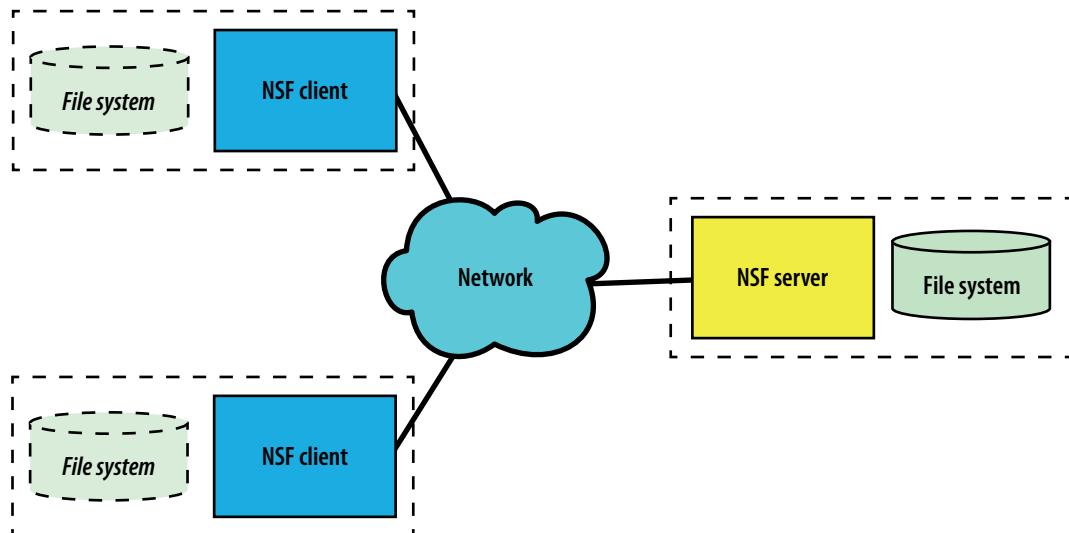


Figura 5 – A arquitetura cliente/servidor do NFS

O NFS segue o modelo computacional cliente/servidor. O servidor implementa o sistema de arquivos e o armazenamento compartilhados aos quais os clientes se conectam. Os clientes implementam a interface com o usuário para o sistema de arquivo compartilhado, disposto no espaço no arquivo do cliente.

Clusters

Um *cluster* de computador é um conjunto de computadores conectados que trabalham juntos para que, em muitos aspectos, possam ser vistos como um único sistema. Ao contrário dos computadores de grade, os *clusters* de computadores têm cada nó configurado para executar a mesma tarefa, controlada e programada pelo *software*.

Os componentes de um *cluster* são normalmente conectados uns aos outros através de redes locais rápidas, com cada nó executando sua própria instância de um sistema operacional. Na maioria das implementações, todos os nós utilizam o mesmo hardware e o mesmo sistema operacional.

Geralmente, os *clusters* são implantados para melhorar o desempenho e a disponibilidade em relação a um único supercomputador, sendo normalmente muito mais econômicos do que os computadores individuais com velocidade ou disponibilidade comparáveis ou até mesmo superiores.

Os *clusters* de computadores surgiram como resultado da convergência de várias tendências de computação, incluindo a disponibilidade de microprocessadores de baixo custo, redes de alta velocidade e software para computação distribuída de alto desempenho.



É possível montar um *cluster* caseiro sem gastar milhares de dólares?

Em: <https://youtu.be/bbUyLibNQ8M>.

Sistemas de Arquivos Distribuídos em Cluster

Um sistema de arquivos em *cluster* é um sistema de arquivos que é compartilhado simultaneamente em vários servidores. Os sistemas de arquivos em *cluster* podem fornecer recursos como endereçamento e redundância independentes de local, que melhoram a confiabilidade ou reduzem a complexidade das outras partes do *cluster*. Os sistemas de arquivos paralelos são um tipo de sistema de arquivos em *cluster* que distribui dados entre vários nós de armazenamento, geralmente para redundância ou desempenho.

Considerações no Projeto de *Clusters*

Evitando um Único Ponto de Falha

A falha de um disco ou de um determinado nó de armazenamento em um *cluster* pode criar um ponto único de falha que pode resultar em perda ou indisponibilidade de dados. A tolerância a falhas e a alta disponibilidade podem ser fornecidas por meio de replicação de dados e, assim, em caso de falha em um disco ou nó, os dados estarão intactos e disponíveis.

Desempenho

Uma medida de desempenho comum de um sistema de arquivos em *cluster* é a quantidade de tempo necessário para atender às solicitações de serviços. Nos sistemas convencionais, esse tempo consiste em um tempo de acesso ao disco e uma pequena quantidade de tempo de processamento da CPU. Mas, em um sistema de arquivos em *cluster*, um acesso remoto possui sobrecarga adicional devido à estrutura distribuída. Isso inclui o tempo para entregar a solicitação a um servidor, o tempo para entregar a resposta ao cliente e uma sobrecarga de CPU da execução do software de protocolo de comunicação.



Importante!

Em *clusters*, é comum o processamento paralelo para evitar perda de desempenho.

Concorrência

O controle de concorrência torna-se um problema quando mais de uma pessoa ou cliente está acessando o mesmo arquivo ou bloco e deseja atualizá-lo. Portanto, as atualizações no arquivo de um cliente não devem interferir no acesso e nas atualizações de outros clientes. Esse problema geralmente é tratado pelo controle de concorrência ou bloqueio, que pode ser incorporado no sistema de arquivos ou fornecido por um protocolo de complemento.

Google File System

Um dos motivos é o desempenho do sistema de arquivos. O Google criou um sistema de arquivos distribuído próprio para atender à sua enorme demanda de armazenamento, conhecido como *Google File System* (GFS).



Como o Google consegue dominar o mercado de mecanismos de busca?



O Google não lançou o GFS como *software* de código aberto, mas divulgou alguns detalhes técnicos, incluindo um documento oficial. Você pode conferir o documento neste *link*: <http://bit.ly/2lwyea0>.

Existem duas diferenças principais entre o GFS e o sistema tradicional de arquivos distribuídos. Primeiro, as falhas dos componentes são a norma, e não a exceção. As falhas podem ser causadas por erros de aplicativos, bugs do sistema operacional, erros humanos, e até mesmo problemas de hardware ou de rede. Uma vez que até mesmo o disco rígido não pode excluir completamente todas as falhas, o Google simplesmente constrói sua máquina de armazenamento contra falhas por meio de monitoramento constante, detecção de erros, tolerância a falhas e recuperação automática do GFS.

Em segundo lugar, a maioria dos arquivos sofre mutação ao anexar novos dados em vez de sobrescrever ou remover dados existentes. Uma vez escritos, os dados geralmente precisam ser apenas “lidos”, mas não “escritos”. E a maioria das operações de leitura são de grandes quantidades de dados, as operações geralmente leem centenas de KBs, mais comumente 1 MB ou mais.

O GFS armazena arquivos grandes, cada arquivo com aproximadamente 100 MB ou mais de tamanho. O GFS suporta arquivos pequenos, mas não é otimizado para eles.

A arquitetura do GFS é semelhante à abordagem de nós mestres (*master*) e nós distribuídos (*chunkservers*). Os dados reais serão armazenados em *chunkservers*, que informam seu estado ao mestre periodicamente. Quando um cliente deseja ler um arquivo, ele consulta o mestre sobre o estado do *chunkserver* de destino e recebe a localização do *chunkserver*.

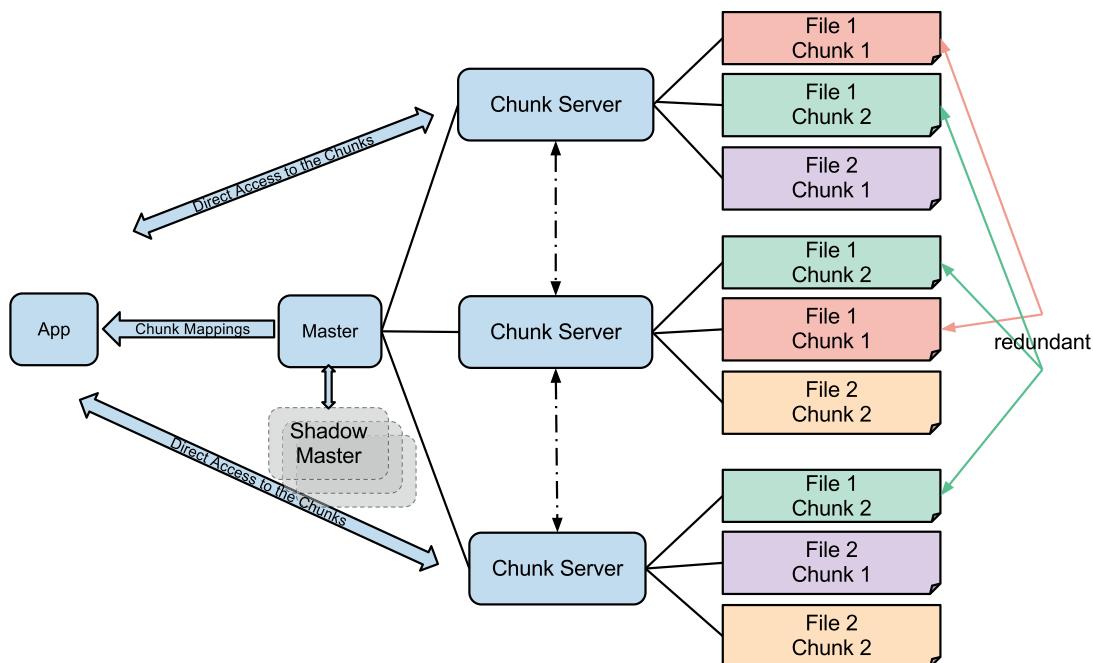


Figura 6 – Arquitetura do Google File System
 Fonte: Wikimedia Commons

O GFS suporta o grande volume e os fluxos do mecanismo de pesquisa do Google. Por outro lado, o *BigTable*, um sistema de banco de dados usado por vários aplicativos do Google, como o *Gmail*, o *Google Maps*, o *YouTube* e outros serviços em nuvem, também foi desenvolvido com base no GFS. Podemos dizer que o GFS é a tecnologia que suporta toda a geração de apps em nuvem do Google (LEE, 2011).

Material Complementar

Indicações para saber mais sobre os assuntos abordados nesta Unidade:

▶ Vídeos

Sistemas Distribuídos – Conceitos Básicos

<https://youtu.be/BSufWy0Zleo>

É possível montar um *cluster* caseiro sem gastar milhares de dólares?

<https://youtu.be/bbUyLibNQ8M>

Supercomputador

<https://youtu.be/riFDZRnoumE>

Novo supercomputador chinês tem 10,5 milhões de núcleos

<https://youtu.be/wutbjhub2SE>

Referências

CCM. **O sistema de arquivos**. Disponível em: <<https://br.ccm.net/contents/612-o-sistema-de-arquivos>>. Acesso em: 18.3.2019.

COULOURIS, George *et al.* **Sistemas Distribuídos: Conceitos e Projeto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013.

JONES, M. Tim. **Sistemas de arquivos de rede e Linux**. IBM Developer, 21 de dezembro de 2010. Disponível em: <<http://www.ibm.com/developerworks/br/library/l-network-filesystems/index.html>>.

LEE, D. **Introduction of Google File System**. Disponível em: <http://www.cellopoint.com/media_resources/blogs/2011/08/gfs>. Acesso em: 23/3/2019.

MACHADO, F. B.; MAIA, L. P. **Arquitetura de Sistemas Operacionais**. Edição: 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

TANENBAUM, Andrew S.; VAN STEEN, Maarten. **Sistemas distribuídos: princípios e paradigmas**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.



Cruzeiro do Sul
Educacional