

Data Center

Aula 07 - Tecnologias de Armazenamento

Apresentação

Olá, pessoal! Na aula passada, estudamos as tecnologias de processamento do Data Center. Nesta aula, estudaremos as tecnologias de armazenamento de dados do DC, começando pelos tipos de disco rígido utilizados nos servidores.

Os bens mais valiosos de qualquer Data Center não são os seus equipamentos, e sim os dados armazenados neles. Veremos nesta aula as diversas tecnologias que otimizam o armazenamento dos dados pelas dezenas de servidores e, o mais importante, a alta confiabilidade com a qual esses dados são armazenados por meio de algo que já estamos acostumados a ver nesta disciplina: redundância! Uma simples escrita de qualquer byte já é replicada em vários HDs, os quais podem estar em diversos servidores de armazenamento.

Uma tecnologia muito importante para os técnicos de Redes que será vista na aula de hoje é a da rede SAN (*Storage Area Network*). Uma rede SAN é uma rede separada da rede LAN convencional e dedicada à interligação dos diversos equipamentos de armazenamento dos dados. Veremos nesta aula as razões para a criação dessa nova rede.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Compreender a evolução dos tipos de disco rígido utilizados em servidores de armazenamento de dados.
- Conhecer os equipamentos usados em um Data Center para o armazenamento de dados.
- Aprender o que é uma rede SAN, destacando suas principais características e finalidades.

Evolução do padrão dos discos rígidos e suas interfaces

O HD (HD – *hard disk* – disco rígido) é um dos componentes mais antigos do mundo dos computadores. Isso porque os computadores sempre tiveram a necessidade de armazenar de maneira persistente (não volátil) os dados que eles processam.

Na evolução dos discos rígidos, o principal aspecto considerado sempre foi a velocidade de leitura e gravação do HD, visto que essa velocidade é muito inferior à da CPU do computador, deixando o HD como um verdadeiro “gargalo” no processamento dos dados. Por ser um dispositivo mecânico – discos ou pratos magnéticos girando para uma cabeça de leitura percorrer toda a sua superfície – os HDs impõem um limite considerável no desempenho de qualquer computador. Além disso, a própria interface de intercâmbio de dados do HD com o barramento da placa-mãe determina a forma e a taxa máxima de transferência de dados entre eles.

A tabela a seguir apresenta a evolução dos discos rígidos e suas respectivas interfaces de ligação com o restante do computador, mostrando, para cada tipo de interface, a velocidade máxima de leitura/escrita em megabytes por segundo.

Padrão de Interface	Banda aproximada
PATA (<i>Parallel ATA</i>)	33MB/s, 66MB/s, 100MB/s e 133MB/s
SATA (<i>Serial ATA</i>) Rev. 2.0, 3Gbps	300MB/s
SCSI (<i>Small Computer System Interface</i>) Ultra-320	320MB/s
SATA (<i>Serial ATA</i>) Rev. 3.0, 6Gbps	600MB/s

Padrão de Interface	Banda aproximada
FC (<i>Fibre Channel</i>) 8 Gbps	800MB/s
SAS (<i>Serial Attached SCSI</i>)	1200MB/s

Tabela 1 - Evolução dos discos rígidos.

Fonte: Elaborada pelo Autor (2017)

Atualmente, a tecnologia de armazenamento em disco mais veloz e, também, mais cara é chamada de Unidade de Estado Sólido (SSD – *Solid State Drive*). Apesar de uma unidade SSD parecer um HD convencional, a única diferença física que podemos notar entre ambos são os seus pesos, sendo o SSD muito mais leve. Isso porque internamente não há qualquer componente mecânico giratório, apenas chips de memória flash, similares aos utilizados em cartões de memória de câmera fotográfica e pen drives.

A Figura 1 mostra os componentes internos de um HD convencional e de uma unidade SSD, ambos de 2,5 polegadas.

Figura 01 - Visão interna de um HD (esquerda) e de um SSD (direita).



Fonte: <http://images.appleinsider.com/mbaface-080211-1.gif>. Acesso em: mar de 2017.

Além de velocidade, outra grande vantagem da unidade SSD é o baixo consumo de energia, se comparada aos HDs convencionais. A razão para isso é, mais uma vez, não usar componentes mecânicos giratórios que exigem considerável energia para funcionar. Assim, é muito comum encontrarmos nos notebooks mais avançados do mercado uma unidade SSD como dispositivo único de armazenamento, o que faz aumentar consideravelmente a autonomia de suas baterias.

As únicas desvantagens das unidades SSD em relação ao HDs convencionais são a capacidade de armazenamento e preço. Veremos na seção seguinte que, para otimizar ao máximo toda a capacidade de armazenamento dos HDs e SSDs em um Data Center, são estabelecidas também categorias (ou *tiers*) para o armazenamento de dados.

Armazenamento em camadas

Na seção anterior, vimos que as unidades SSD são as mais velozes em operações de leitura/escrita, mas também possuem maior preço e menor capacidade de armazenamento. Soubemos, ainda, que há aplicações demandando grandes volumes de operações de leitura e escrita de dados, como um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), e aplicações nas quais o mais importante é a maior capacidade de armazenamento, como sistemas de backup (cópias de segurança).

Pensando em balancear o uso dos dispositivos de armazenamento com diversos tipos de HD e SSD, os engenheiros de computação desenvolveram o modelo de armazenamento em camadas. Nesse modelo, além dos diversos tipos de dispositivos e equipamentos presentes no Data Center, os projetistas também consideram o armazenamento dos dados em nuvem, principalmente devido à questão da redundância em um outro local físico.

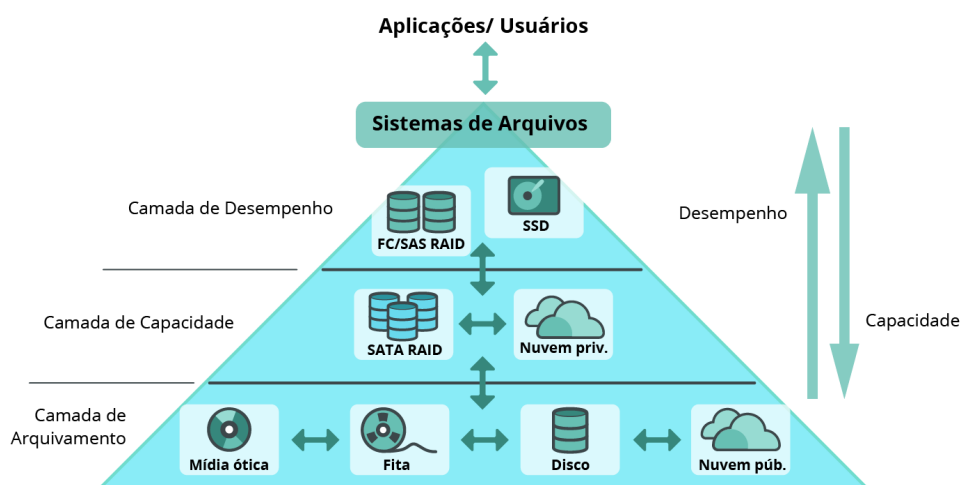


O Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) possui alta confiabilidade e custo bastante atrativo para as organizações do mundo todo, pois você só paga pelo que usa e ainda existe uma franquia gratuita do armazenamento em seus Data Centers. Legal, não é?

Fonte: Autoria própria.

O modelo de armazenamento em camadas utiliza diferentes níveis (camadas ou *tiers*, como alguns autores dizem) de dispositivos de armazenamento, cada nível privilegiando desempenho ou capacidade, para atender aos diferentes requisitos das aplicações e usuários.

Figura 02 - Esquema de armazenamento em camadas (tiers) de acordo com as necessidades das aplicações.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2017).

A Figura 2 apresenta um diagrama geral desse modelo com as várias formas de armazenar os dados/arquivos. A primeira camada, a de melhor desempenho, é composta dos discos FC, SAS e unidades SSD. A segunda camada é composta de discos não tão rápidos, mas de alta capacidade, como os discos SATA e as unidades de armazenamento dispostos nos Data Centers da nuvem privada (da própria corporação). A terceira camada é voltada para o arquivamento de informações que

não mais serão alteradas ao longo do tempo e pode ser composta das mídias óticas (CD, DVD, etc.), fita, discos de baixo custo e serviços de armazenamento em nuvem pública, como o Amazon S3.

A sigla RAID que aparece na Figura 2 significa *Redundant Array of Independent Disks* (Conjunto Redundante de Discos Independentes) e representa um esquema de organização de diversos discos em um sistema de armazenamento, de forma a garantir segurança e confiabilidade com base na redundância. Se um disco falhar, o outro continua funcionando normalmente e o usuário não perceberá essa falha.

Curiosidade

Existem diversos esquemas de RAID, cada um com mais ou menos redundância para se adequar ao nível de confiabilidade que a aplicação deseja. Maiores informações sobre RAID você pode obter aqui: [🔗](#)

Pensando nas características de desempenho e capacidade, podemos agora designar para quais tipos de aplicações cada camada poderá ser usada:

- **Camada de Desempenho (*Tier 1*):** sistemas de banco de dados, processamento de imagens/vídeos, etc.
- **Camada de Capacidade (*Tier 2*):** servidores de rede (e-mail, páginas, arquivos), processamento de dados textuais, etc.
- **Camada de Arquivamento (*Tier 3*):** servidores de backup, arquivamento de históricos, etc.

Esse modelo de camadas também facilita o entendimento e a especificação dos equipamentos dedicados ao armazenamento de dados, sobre os quais falaremos na próxima seção.

Atividade 01

1. Identifique, em seu computador pessoal, qual é o modelo de HD que você possui e verifique, pesquisando na Internet, quantos MB/s o seu HD consegue realizar.

Servidor de Discos (Storage)

Um dos grandes problemas que os administradores dos antigos CPD's tinha era utilizar toda a capacidade de armazenamento distribuída pelos vários HDs de cada computador servidor. Naquela época, cada computador tinha o seu próprio HD e o tamanho dele determinava o limite de armazenamento do servidor. Caso esse limite fosse atingido, era necessário parar o servidor para adicionar um novo HD ou substituir o atual por um de maior capacidade. Todos os serviços que rodavam nesse servidor ficavam indisponíveis enquanto era realizada a manutenção.

Pensando na resolução desse problema, foram projetados os computadores servidores de disco conhecidos como *storages*. Um *storage* é um equipamento que possui uma alta capacidade de armazenamento, através de diversas gavetas de discos, e um altíssimo desempenho de leitura/escrita de dados e de rede. A Figura 3 mostra uma foto de um *storage*, o HP EVA 4400, utilizado nos Datas Centers da UFRN.

Figura 03 - Foto de um storage HP EVA 4400 com 4 gavetas de HDs.



Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HP_EVA4400-1.jpg. Acesso em: mar de 2017.

O *storage* da Figura 3 é composto de uma unidade controladora (no topo) e quatro unidades (gavetas) com até 12 discos de 3,5 polegadas do tipo FC ou SAS. Esse modelo suporta até 8 gavetas, totalizando 96 (8x 12) discos rígidos no mesmo *storage*. Em uma mesma gaveta, é possível criar diversos conjuntos lógicos de HDs similares. Assim, é possível misturar diversos tipos de HDs em uma mesma gaveta, de forma a aplicar o modelo de armazenamento em camadas, conforme vimos na seção anterior. Por exemplo, um conjunto de discos SAS para os servidores de banco de dados, e um conjunto de discos SATA para os servidores de rede. Toda essa configuração e gerência é feita pela unidade controladora, isto é, pelo *storage* propriamente dito.

Para cada conjunto de discos é definido um esquema de RAID, tornando viável um determinado número de discos poder falhar sem comprometer a operação normal de todo o conjunto. O administrador é alertado pelo *storage* de que determinado disco falhou e de que este precisa ser trocado. A troca é do tipo hot-swap ("à quente"), no qual basta apertar o botão vermelho a fim de o disco ser

ejetado da gaveta. Ao inserir um novo disco (de mesma geometria) no compartimento do que foi removido, o *storage* automaticamente reconstrói o RAID refazendo a distribuição dos bytes entre os HDs em operação. Esse recurso dos *storages* permite a manutenção preventiva e corretiva sem parada nos serviços de armazenamento.

O uso dos espaços de armazenamento dos discos alocados no *storage* pelos servidores do Data Center é feito por uma rede especial, a SAN (*Storage Area Network*), sobre a qual discutiremos na seção 7.

Outros equipamentos de armazenamento

Um outro tipo de servidor de discos, bastante utilizado em redes de pequenas corporações, é o chamado NAS (*Network Attached Storage*) ou Armazenador Ligado à Rede. Trata-se de um computador servidor convencional, mas com diversas baias para discos, nos quais o espaço total de armazenamento é compartilhado com os outros servidores da rede. A Figura 4 exibe um exemplo de servidor NAS, o Dell PowerEdge R820, que suporta até 16 discos de 2,5 polegadas do tipo SATA, SAS ou SSD.

Figura 04 - Servidor NAS Dell PowerEdge R820 com 16 baias para discos de 2,5".



Fonte: http://media.optiodata.com/catalog/category/Dell-R820_1.png. Acesso em: mar de 2017.

Além de possuir muito mais baias de discos do que um servidor convencional, esses servidores NAS também vêm com uma placa controladora de disco, a qual cria e gerencia os esquemas de redundância RAID, além de permitir a troca à quente de

qualquer disco defeituoso, o que garante alta confiabilidade e disponibilidade nessa solução de armazenamento.

Para o armazenamento *tier 3 – backups* (cópias de segurança) ou arquivos mortos (as informações não sofrerão mais alterações ao longo do tempo) – o tipo de mídia mais recomendado é a fita magnética, por ter uma excelente longevidade combinada com uma alta capacidade. Uma simples fita LTO-8, [padrão mais recente disponível no mercado](#), é capaz de armazenar 12 TB (terabytes) de dados, o que equivale a 492 discos de Blu-ray (Single Layer de 25 GB) ou 2.614 discos de DVD (Single Layer de 4.7 GB). Se os arquivos estiverem comprimidos, essa capacidade aumenta para até 30 TB.

Curiosidade

O termo LTO, que significa *Linear Tape-Open*, representa um padrão aberto para armazenamento de dados em fitas magnéticas desenvolvido no final dos anos 1990. Esse padrão foi definido pelo Consórcio LTO, do qual fazem parte a HP, a IBM e a Quantum. O site oficial desse consórcio é <https://www.lto.org>.

O equipamento gravador e leitor de fitas magnéticas normalmente é chamado de *Tape Library* (Biblioteca de Fitas), visto que geralmente ele manuseia dezenas de fitas de forma automática. A Figura 5 mostra um exemplo desse tipo de equipamento, o HP StorageWorks MSL4048, presente nos Data Centers da UFRN.

Figura 05 - Sacando uma fita do HP MSL4048.



Fonte: https://h20565.www2.hp.com/hpsc/doc/public/display?docLocale=en_US&docId=emr_na-c00765337&sp4ts.oid=82373. Acesso em: mar de 2017.

Essa tape *library* possui quatro gavetas, nas quais são comportadas, em cada uma, até 12 fitas LTO, correspondendo a um total de até 48 fitas inseridas nela. Toda a gerência de uso das fitas é feita automaticamente pelo equipamento, e o administrador apenas observa através de um software como está o status de cada fita. É possível determinar que cada arquivo tenha um certo tempo de vida e que, após esse tempo, o espaço ocupado pelo arquivo na fita possa ser reaproveitado. Isso facilita a gerência de backups incrementais por períodos de tempo (dias, semanas, meses, etc.).

Atividade 02

1. Por que é importante que um servidor de discos permita a troca de discos defeituosos “à quente”?
2. O que diferencia um servidor NAS de um servidor comum?
3. Por que backups e arquivos mortos devem ser guardados em fita, e não em discos rápidos, como o SSD?

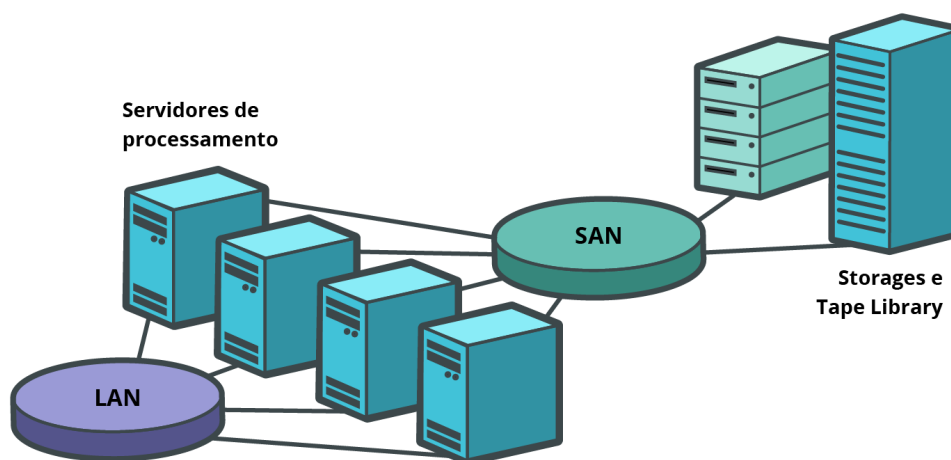
Rede de Equipamentos de Armazenamento (SAN)

No início desta aula, vimos que os *storages* com grandes volumes de discos são bastante utilizados em Data Centers por diversos motivos, como devido aos seus recursos de redundância e à otimização do uso de toda a capacidade de armazenamento pela centralização e compartilhamento dos discos. Assim, nesse cenário, os servidores de processamento não precisam possuir discos rígidos, pois podem usar os discos do *storage* pela rede. Mas, se a rede for lenta? O desempenho desses servidores de processamento não será prejudicado? Sim, com certeza! Mesmo que o *storage* possua unidades (discos) SSD, o gargalo na leitura e escrita de dados nessas unidades será a rede, principalmente se ela for uma rede convencional, cheia de dispositivos e limitada a alguns megabytes por segundo.

Pensando em resolver esse problema, os projetistas das tecnologias de armazenamento de larga escala definiram que uma nova rede deveria ser criada, a chamada rede SAN (*Storage Area Network* – Rede de Equipamentos de

Armazenamento). A Figura 6 mostra a topologia típica da rede SAN e da LAN (*Local Area Network*) em um Data Center.

Figura 06 - Arquitetura geral das redes LAN e SAN em um Data Center.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2017)

A ideia de criar uma rede exclusiva para interligar os equipamentos de armazenamento tem diversas vantagens. Entre elas, podemos destacar:

Curiosidade

- Não misturar o tráfego da rede LAN com o da rede SAN, evitando gargalos em ambas as redes que possuem propósitos bem distintos;
- Evitar congestionamentos no acesso aos discos pelos servidores, já que na rede SAN são usados apenas protocolos para o transporte otimizado de grandes volumes de dados;
- Melhorar o nível de segurança dos dados, pois a rede SAN tem sua própria política de permissões no acesso aos discos.

Geralmente, as redes SAN são do padrão FC (*Fibre Channel*) baseadas em fibras ópticas, como é o caso da rede SAN presente nos Data Centers da UFRN. Além de usar um meio físico de alta velocidade e confiabilidade (fibra-ótica), esse padrão possui

um único protocolo de camada 2 (do modelo OSI), também chamado *Fibre Channel* (FC). Esse protocolo permite uma taxa de transferência de dados muito maior se comparado à pilha de protocolos Ethernet (camada 2) mais TCP/IP (camadas 3 e 4).

Como cada protocolo precisa de diversos dados de controle transportados nos cabeçalhos dos pacotes, quanto menos protocolo menor é o tráfego de controle e maior é o tráfego de dados. Um exemplo de protocolo usado em redes SAN baseadas em Ethernet, e que concorre diretamente com o FC, é o iSCSI, o qual, no entanto, tem um desempenho inferior. A única vantagem do iSCSI é o custo, já que usa equipamentos de redes LAN convencionais, como é o caso das redes Ethernet com TCP/IP.

Placa de rede SAN FC

Na arquitetura apresentada na Figura 6, os servidores de processamento precisam de uma placa de rede específica para a SAN. Caso a rede SAN seja no padrão FC, a placa de rede deve ser desse padrão e é chamada, então, de HBA (*Host Bus Adapter*). Um exemplo de placa HBA é mostrado na Figura 7.

Figura 07 - Placa HBA Fibre Channel de 8Gbps.



Fonte: <http://www.zones.com/site/product/index.html?id=002583711>. Acesso em: mar de 2017.

A placa da Figura 7 é uma Emulex 8Gb FC Dual-port para servidores IBM System X. Observe que as suas duas portas são para fibras-ópticas e podem funcionar de maneira redundante. Isto é, caso o enlace de uma porta falhe, o enlace da outra porta assume todo o tráfego automaticamente. Caso ambos os enlaces estejam operacionais, as bandas deles são somadas para melhorar a taxa de transferência, atingindo a velocidade de 8,5 Gbps (gigabits por segundo). Ou seja, são placas de alta confiabilidade e desempenho, o problema é apenas o preço. No site referente à fonte da Figura 7, essa placa custa U\$1.411,00.

Tudo tranquilo até aqui? Vimos, na aula de hoje, conceitos relevantes acerca das tecnologias de armazenamento disponíveis no mercado e as suas aplicações em diferentes contextos. Na próxima aula, falaremos das tendências para os chamados Data Centers Verdes, os quais buscam o máximo da eficiência no uso dos recursos naturais, com a consequente redução nos custos de sua operação. Até lá!

Atividade 03

1. Por que é importante que o tráfego entre os servidores e os *storages* esteja em uma rede separada?
2. Qual é o padrão de rede normalmente utilizado em redes SAN?
3. Quais são as características de uma placa HBA?

Leitura Complementar

- Armazenamento em camadas: viabilização e desenvolvimento dos recursos de nuvem Disponível em:
<<http://www.seagate.com/br/pt/tech-insights/tiered-storage-enabling-and-advancing-cloud-capabilities-master-ti/>>
- Soluções de armazenamento para qualquer escala, desempenho ou investimento – HPE Brasil Disponível em:
<<https://www.hpe.com/br/pt/storage.html>>
- FCoE, a integração das redes LAN e SAN - TCLBrasil Disponível em:
<<https://www.ibm.com/developerworks/>>

Resumo

Nesta aula, estudamos as tecnologias voltadas para o armazenamento seguro dos dados em um Data Center. Iniciamos nosso estudo analisando os vários tipos de discos rígidos e o modo como suas características de desempenho e capacidade determinam o modelo de armazenamento em camadas. Em seguida, apresentamos o principal equipamento usado para o armazenamento em disco, o *storage*. Finalizamos nossa aula conhecendo a tecnologia de rede SAN e a maneira como ela difere de uma rede convencional.

Autoavaliação

1. Por que uma unidade SSD consome muito menos energia que um HD convencional?
2. Em que consiste o modelo de armazenamento em camadas?
3. Para quais aplicações é indicada a camada de desempenho (*tier 1*) no sistema de armazenamento?
4. O que é um *storage*?

5. O que é um NAS?

Referências

VERAS, M. **Datacenter: componente central da infraestrutura de TI.** Rio de Janeiro. Editora Brasport, 2009.

VERAS, M. **Virtualização: componente central do Datacenter.** Rio de Janeiro. Editora Brasport, 2011.