

GERENCIAMENTO E ALTA DISPONIBILIDADE EM ARMAZENAMENTO DE BANCO DE DADOS

Fabio dos Santos Canedo

Gustavo César Bruschi

Luis Alexandre da Silva

Vitor de Oliveira Teixeira

FATEC Bauru - SP

e-mail: vitor.teixeira2@fatec.sp.gov.br

RESUMO: Este artigo apresenta conceitos e ferramentas capazes de prover soluções para um melhor gerenciamento do armazenamento de banco de dados com foco em alta disponibilidade e alta performance. Os conceitos abordados podem ser aplicados em servidores stand-alone ou servidores em cluster. Definidos os conceitos será abordado o uso de uma ferramenta proprietária que prove alta disponibilidade em armazenamento de banco de dados.

Palavras-chave: Servidor. Cluster. Stand-alone. Ferramenta.

1 INTRODUÇÃO

Um grande desafio de qualquer administrador de banco de dados é gerenciar e prover alto desempenho e alta disponibilidade na infraestrutura tecnológica. Conforme Shrivastava e Somasundaram (2009, p. 25) a necessidade de armazenamento de informação no mundo corporativo cresce muito. Para as empresas atingirem o sucesso de seus negócios é vital que utilizem ferramentas que gerenciem o armazenamento de dados, permitam a alta disponibilidade e a continuidade de negócios.

Em um ambiente de alta disponibilidade, paralisar o banco de dados para realizar manutenções de desempenho (*tunning*), realizar novas configurações ou troca de discos rígidos no ambiente tecnológico poderá trazer graves consequências financeiras para a empresa.

Neste artigo, a sigla de *Database Administrator* (DBA) é utilizada para denominar um administrador de banco de dados, que é o profissional responsável pela administração, confidencialidade, integridade e disponibilidade de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Com o crescimento do banco de dados o DBA necessita cada vez mais de ferramentas que aumentem sua produtividade e o ajude a automatizar as tarefas diárias.

O armazenamento e a alta disponibilidade em sistemas de banco de dados é um grande foco de qualquer DBA. Quando se procura ter desempenho do acesso aos dados e alta disponibilidade, devem ser utilizadas tecnologias e recursos disponíveis no mercado de maneira adequada, garantindo inúmeras melhorias no gerenciamento e disponibilidade do ambiente.

2 BANCO DE DADOS RELACIONAL

Um Banco de Dados pode ser definido como uma coleção de dados logicamente coerentes entre si. Tais dados são gerenciados, interpretados e manipulados de acordo com uma necessidade específica. Segundo Elmasri e Navathe (2011), bancos de dados são um dos componentes essenciais da vida em sociedade e a maioria das pessoas encontra diariamente diversas atividades nas quais elas interagem com um banco de dados.

Segundo Date (2004, p. 6): “[...] um sistema de banco de dados é basicamente um sistema computadorizado de manutenção de registros”. Esses registros são armazenados em um banco de dados que é controlado por um SGBD.

Em conformidade com Elmasri e Navathe (2011, p. 3) o SGBD possui as características de compartilhamento de dados, controle de acesso, controle de redundância, interfaceamento, esquematização, backup e controle de integridade, essas opções garantem os dados seguros, íntegros e disponíveis quando solicitado por qualquer usuário do sistema. O modelo de dados mais popular é o Entidade-Relacionamento (ER), no modelo ER possuímos entidades, atributos e relacionamentos. A linguagem de acesso aos dados padrão dos SGBDs Relacionais é a linguagem *Structured Query Language* (SQL) que foi baseada em álgebra relacional, é de fácil compreensão, e por esse motivo, tornou-se um padrão adotado pelo mercado.

Tecnologia de armazenamento de dados é um conceito abrangente, que envolve equipamentos, tipos de discos, placas controladoras, técnicas para se utilizar os discos, entre diversos outros conceitos que podem estar correlacionados. Conforme Pichiliani (2013), profissionais da área de Tecnologia da Informação, especialmente um DBA, tem que ser capazes de justificar certas mudanças atitudes ou mesmo recursos tecnológicos baseados em mais do que intuição e ideias sem quantificação. Segundo o mesmo autor, o DBA tem que ser capaz de justificar uma melhoria ao se utilizar uma funcionalidade ou uma mudança de equipamento, além disso, precisa demonstrar quantitativamente melhorias de desempenho no banco de dados.

Seguir recomendações gerais ou boas práticas pode até indicar o melhor caminho, mas tal prática torna imprevisível a medição de resultados. O melhor desempenho de um sistema de banco de dados pode ser conseguido com várias considerações, entre elas: a definição do tipo de armazenamento a ser utilizado e o desempenho ao gravar e/ou recuperar informações em um banco de dados que pode estar relacionado a diversos fatores, entre os quais: o sistema operacional, o hardware utilizado, a infraestrutura de rede, a programação e, também, nos meios e tecnologias de armazenamento utilizadas.

O desempenho de um banco de dados é um fator a ser considerado ao pensarmos em sua disponibilidade. Para Hatamura (2012), otimizar o desempenho de um banco de dados é reduzir o tempo de resposta, aperfeiçoar o rendimento do servidor de banco de dados, reduzir o tráfego de rede e reduzir o tempo de I/O. Isso tudo, envolve mudar aplicações, estrutura de dados do banco e parâmetros de um SGBD, configurar adequadamente um sistema operacional e/ou o hardware, dimensionar adequadamente o meio de armazenamento utilizado, ou seja, exige amplo conhecimento de aplicações, sistemas operacionais e hardware de computador.

3 SISTEMA DE ARQUIVOS

Para Flynn e McHoes (2002, p. 193) um sistema de arquivos “[...] controla todos os arquivos em um sistema e processa os comandos dos usuários que desejam interagir (ler, gravar, modificar, criar, apagar, entre outros.)”. Qualquer sistema de arquivos deve ser capaz de armazenar, organizar, decodificar e manipular os dados independentemente da forma de armazenamento utilizada.

Outro ponto abordado por Flynn e McHoes (2002) é que um sistema de arquivo deve gerenciar e manter a integridade e segurança dos arquivos permitindo a identificação, organização, compartilhamento, acesso, proteção e operações de Entrada/Saída (E/S) nos dados armazenados, além de garantir um acesso rápido aos dados solicitados pelo sistema operacional.

Os sistemas de arquivos mais comuns são:

- Apple: HFS+;
- Unix: UFS, Ext2, Ext3 e Ext4;
- IBM: HPFS;
- Microsoft: FAT 32 e NTFS.

Em resumo um sistema de arquivo deve ser extremamente seguro, rápido e de fácil manutenção.

Um conceito importante em armazenamento são os *raw devices* (dispositivo de armazenamento de dados em estado bruto). Em um ambiente crítico, bancos de dados precisam do melhor desempenho de gravação e de recuperação de dados em disco. A melhor performance de leitura e gravação no banco de dados, é um dos objetivos mais almejados por qualquer DBA. *Raw devices* são partições na forma bruta, ou seja, sem formatação, nesse caso é necessário um aplicativo específico para seu gerenciamento, pois como a partição não está formatada não possui um sistema de arquivos.

4 SISTEMAS CRÍTICOS E ALTA DISPONIBILIDADE

Pitanga (2008, p. 33) justifica a utilização de cluster com o seguinte argumento “[...] um grande problema computacional em que o processamento paralelo se considerado uma vantagem, pode ser indicado para utilização em um cluster”.

Um cluster é um agrupamento de dois ou mais computadores ou sistemas, que compartilham basicamente memória, armazenamento, processamento e rede. Em um sistema de cluster os computadores são denominados como nós e conectados entre si através de uma Local Área Network (LAN).

As principais características de um cluster são:

- Desempenho;
- Balanceamento de carga;
- Redundância de dados.

Para o usuário um cluster resume-se em um único computador bem mais potente.

Alguns tipos de clusters:

- *High Availability*: de alta disponibilidade, utilizado em base de dados de missão crítica;
- *Load Balancing*: distribui o tráfego entrante e recursos dos nós, utilizado em *web farms* e também em *cluster* de processamento distribuído.

Esse modelo aumenta o desempenho e a disponibilidade de aplicações principalmente de grandes tarefas computacionais, também são usados em aplicações financeiras e científicas. A continuidade do negócio, ou *Business Continuity* (BC), implica em preparo, resposta e recuperação de uma falha sistêmica, envolve medidas pró-ativas, análises e avaliações de risco, proteção de dados, segurança e também medidas reativas em caso de falhas.

Segundo Shrivastava e Somasundaram (2009, p. 251) a “Continuidade do Negócio” tem que garantir a “disponibilidade de informações” garantindo as operações da empresa.

Indisponibilidade de dados, tempo inativo ou paradas não planejadas resultam em perda de produtividade e receita, desempenho financeiro fraco e danos à reputação. O impacto do tempo de inatividade sobre o negócio é a soma de todas essas perdas geradas como resultado de determinada interrupção. O custo médio por hora de tempo inativo fornece uma estimativa chave para estabelecer soluções de BC.

De acordo com Shrivastava e Somasundaram (2009, p. 260) “Para atenuar um ponto único de falha, sistemas são projetados com redundância, de modo que só falhem se todos os componentes do grupo de redundância falharem”. Essa estrutura assegura que a falha de um único componente não afete a disponibilidade de dados.

Diretrizes rigorosas são aplicadas para implementar a estrutura de tolerância a falhas em Data Centers, dentre as quais podemos citar:

- Configuração de *Storage Array*;
- Configuração de RAID assegura uma operação contínua em caso de falha do *Hard Disk* (HD);
- Configuração de Clusters.

Novas tecnologias levam a um conjunto variado de opções em termos de dispositivos e soluções de armazenamento que atendam a requisitos de alta disponibilidade e continuidade de negócios. Analisar configurações de hardware e software e o seu impacto nas operações da empresa, são essenciais, pois em um ambiente de negócios em constante mudança, o BC se torna uma tarefa exigente.

A utilização de ferramentas específicas que garantam integridade, alta disponibilidade, segurança e alto desempenho no armazenamento de dados em um ambiente crítico devem ser cuidadosamente escolhidos pelo DBA, pois um planejamento que não aborde corretamente o crescimento da empresa afetará sua necessidade de armazenamento, o acesso íntegro e seguro ao longo do tempo.

Um gerenciamento incorreto das informações disponibilizadas em seu banco de dados afeta drasticamente a continuidade dos negócios. Normalmente os administradores de banco de dados procuram ferramentas onde possam obter um melhor desempenho aliado com maior segurança. Os conceitos básicos acima ajudarão a entender uma tecnologia desenvolvida pela *Oracle* que foi implementada na versão *Oracle 10g release 1* chamada de *Oracle Automatic Storage Management (ASM)*.

Oracle Corporation mais conhecida como *Oracle* é uma empresa americana com sede na cidade de *Redwood City* no estado da Califórnia. Seu principal produto é *Oracle Database* que possui as versões *Express Edition*, *Standard Edition*, *Standard Edition One* e *Enterprise Edition* atualmente está na versão *11G release 2*. O banco de dados *Oracle* tem como sua principal característica seguir o modelo relacional além de evoluir a cada versão

oferecendo ferramentas para um melhor gerenciamento, provendo escalabilidade, segurança e alto desempenho para o armazenamento de dados.

A tecnologia ASM tem seu próprio sistema de arquivos, chamado de *Oracle ACFS*, (*Automatic Storage Management Cluster File System*), que é um sistema de arquivos escalável e multi-plataforma, capaz de gerenciar o armazenamento em servidores *stand-alone* ou servidores em cluster, dispõe de funções integradas que permitem ao DBA a análise completa do seu ambiente de armazenamento, garantindo a integridade das informações disponibilizadas.

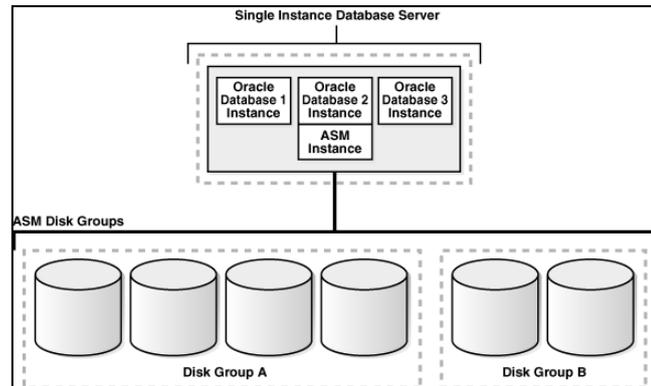
É possível visualizar a carga de E/S de informações em uso no grupo de discos, e essa visualização permite ao DBA planejar de maneira mais eficiente as manutenções técnicas, além de escalonar adequadamente a expansão do ambiente de armazenamento. Constitui-se por um gerenciador de volumes e um sistema de arquivos que utiliza o recurso de multiplexação automatizada que distribui entre os discos disponíveis arquivos de dados, arquivos de redo log e arquivos de controle, ele suporta instâncias simples e configurações com múltiplas instâncias através do *Oracle Real Application Cluster (RAC)*, que é a solução de cluster com recursos de alta disponibilidade e balanceamento de cargas para *Oracle Database*. Essa solução de gerenciamento e armazenamento utiliza dispositivos *Raw devices* separados por grupos de discos, utilizados para armazenar os arquivos de dados, sendo os grupos de discos uma coleção de discos gerenciados como uma única unidade.

A tecnologia *Oracle ASM* permite o gerenciamento, adição e remoção de novos discos ao grupo de discos enquanto o banco de dados não para de funcionar, desta forma eliminamos paradas não programadas, podendo coexistir com outros tipos de sistemas de arquivos e tecnologias de gerenciamento de armazenamento de discos, facilitando assim sua implantação. Segundo Bryla e Loney (2007, p. 102) uma instância *Oracle ASM* é similar ao conceito de instância de um banco de dados, possui uma área chamada de *System Global Area (SGA)* e processos de background, mas por realizar uma quantidade menor de tarefas a SGA do *Oracle ASM* tem menor impacto no desempenho do servidor. Instâncias do *Oracle ASM* disponibilizam os arquivos e montam os grupos de discos para a instância do banco de dados.

Em ambientes com *Oracle RAC* é criada uma instância ASM para cada nó do cluster, não importa quantas instâncias de banco de dados estejam no nó.

A Figura 1 mostra múltiplas instâncias de banco de dados acessando uma única instância *Oracle ASM*.

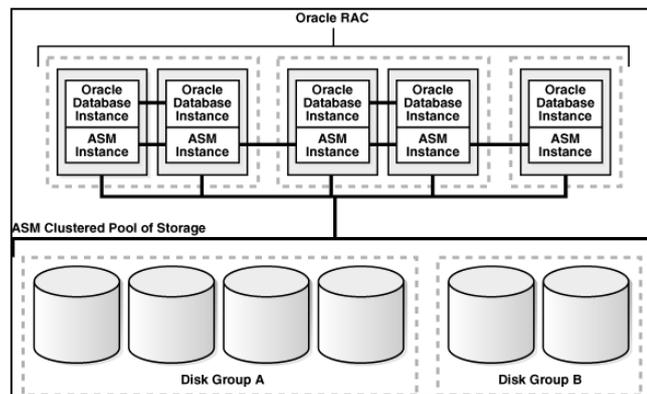
Figura 1 - Oracle ASM for Single-Instance Oracle Databases



Fonte: Oracle (2010a).

A Figura 2 mostra o *Oracle RAC* acessando um conjunto de *storage*, com uma instância *Oracle ASM* para cada nó, servindo múltiplas ou simples instâncias de banco de dados. Todos os bancos podem acessar e compartilhar os mesmos dois grupos de discos.

Figura 2- Configuração do Oracle ASM Cluster com Oracle RAC



Fonte: Oracle (2010a).

Um grupo de discos é um conjunto de vários discos, sendo o objeto fundamental que o *Oracle ASM* gerencia, inclui discos, arquivos e as unidades de alocação.

Um banco de dados pode fazer uso de arquivos espalhados em vários grupos de discos pelo fato de que os arquivos podem fazer parte de vários bancos de dados.

Oracle ASM Disks são dispositivos de armazenamento disponibilizados para o grupo de discos do *Oracle ASM*, eles podem conter:

- Um disco ou uma partição de uma *array* de discos;
- Um disco inteiro ou uma partição de um disco;
- Volumes Lógicos;
- NFS - *Network File System*.

Dentro dessa estrutura os arquivos podem ser espalhados proporcionalmente dentro do grupo de discos. Esse padrão de armazenamento mantém cada disco com a mesma capacidade e garante que cada disco tenha a mesma carga de E/S. Esse balanceamento de carga desencoraja a configuração de diferentes ASM Disks em um mesmo disco físico.

Oracle ASM Files são arquivos do banco de dados *Oracle*, que podem ser arquivos de dados, arquivos de controle, arquivos de parâmetros, entre outros, armazenados nos grupos de disco existentes no ambiente, onde a instância do banco de dados se comunica com esses arquivos. Quando um novo arquivo é criado, ele é dividido e distribuído (*striped*) através do grupo de discos. Por exemplo, um grupo de seis discos com *Oracle* ASM disks tem seu espaço de alocação distribuído igualmente nos seis discos, e quando acessado, será lido nos seis discos em paralelo, aumentando assim seu desempenho.

5 IMPLEMENTAÇÃO DO ORACLE ASM

Para demonstrar melhor a ferramenta *Oracle* ASM foi efetuado um teste empírico da instalação do banco de dados *Oracle* Database 11G *release* 1 no sistema operacional Linux CentOS 5.4 32 bits e *Oracle* Database 11G *release* 2 em Microsoft Windows Server 2012 Standard 64 bits, utilizando o software VirtualBox versão 4.2, com a criação de 2 máquinas virtuais. Em ambos os sistemas foi necessário à preparação do grupo de discos no modo *RAW device* antes da instalação do banco de dados.

Na instalação efetuada no Linux CentOS foi necessário configurar e habilitar o serviço *rawdevice*, que são dispositivos brutos de caractere e que não realizam *buffer*. Foi realizada a instalação e configuração de três pacotes para a preparação do ambiente, citados a seguir, além da criação de mais três grupos de usuários específicos para a instalação do *Oracle* ASM. Durante a instalação do *Oracle* Database 11G *release* 1 foi possível ver o momento onde é criado a instância ASM.

No *Microsoft Windows Server* 2012 existe uma ferramenta incorporada ao sistema operacional que ajuda no processo de gerenciamento de disco, sendo possível criar a partição primária no modo RAW. Foi necessário à instalação do *Oracle* Grid Infrastructure para a criação do grupo de discos, após isso foi efetuada a instalação do *Oracle* Database 11G *release* 2.

Em ambos os casos utilizamos as ferramentas *Enterprise Manager* e *SQL Plus* para verificar o status da instância do banco de dados e ASM. Apesar da versão dos sistemas citados acima não serem homologados pela *Oracle* a instalação ocorreu de forma satisfatória.

É importante ressaltar que o *Oracle* ASM não possui versões para ser instalado em versão 32 bits do Sistema Operacional *Microsoft Windows Server 2008*, fato comprovado durante os testes através do erro INS-35210 durante a instalação.

Para implementar o *Oracle* ASM em ambiente com Sistema Operacional Linux, a preparação do ambiente (criação de áreas, usuários, instalação de bibliotecas, entre outros) exige maior atenção e etapas envolvidas que no Sistema Operacional *Microsoft Windows Server 2008*. A ferramenta *Oracle* ASM dispõe de recursos que facilitam o gerenciamento do grupo de discos, ao precisar expandir o grupo de discos não é necessário à parada do banco de dados. Essa tecnologia possui uma estrutura flexível, é possível gerenciar instancias ASM e grupo de discos através do aplicativo *Enterprise Manager* ou *SQL Plus*. O *Oracle* ASM fornece balanceamento de carga de E/S nos grupos de discos e LUNs (*Logical Unit Number*) ou número lógico de unidade.

Utilizando o aplicativo *Enterprise Manager* visualizamos o grupo de discos o estado de cada disco, histórico de uso dos discos, possui também um gráfico de tempo de reposta de E/S, esses recursos provem gerenciamento além dos recursos de alta disponibilidade como a redundância de discos.

6 CONCLUSÃO

A necessidade de gerenciamento e alta disponibilidade de armazenamento devem unir diversas técnicas e ferramentas. Pontos falhos como discos únicos e ambientes sem redundância afetam diretamente a continuidade dos negócios.

Um sistema de arquivos em conjunto com um gerenciador de volumes deve utilizar técnicas de alta disponibilidade e gerenciamento de uma forma eficiente e segura. As ferramentas disponíveis no mercado garantem ao DBA soluções altamente eficientes no gerenciamento do banco de dados, e quando implementadas garantem desempenho, escalabilidade, segurança e alta disponibilidade das informações armazenadas.

Ao longo da instalação, configuração e utilização do *Oracle* ASM foi possível verificar que a ferramenta traz opções para gerenciamento e alta disponibilidade no armazenamento do banco de dados de uma forma prática, ajudando no trabalho do DBA.

REFERÊNCIAS

BRYLA, B; LONEY K. **Manual do DBA**, Bookman, 2007.

DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Banco de Dados**, 8 ed. Elsevier, 2004.

ELMASRI, R; NAVATHE, S. B. **Sistemas de banco de Dados**, 6 ed. Pearson, 2011.

FLYNN, I. M.; MCHOES, M. A. **Introdução aos Sistemas Operacionais**, Thomson, 2002.

ORACLE. 2010a. **Automatic Storage Management E16102-05**. Disponível em:
<http://docs.Oracle.com/cd/E18283_01/server.112/e16102.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2013

ORACLE. 2010b. **Automatic Storage Management E18951-03**. Disponível em:
<http://docs.Oracle.com/cd/E11882_01/server.112/e18951/asmfilesystem.htm>. Acesso em:
02 abr. 2013

ORACLE Oracle Database 10g - Automatic Storage Management. Disponível em:
<<http://www.Oracle.com/technetwork/database/asmov-134266.pdf>>. Acesso em: 02 abr.
2013

PATTERSON, D. A; GIBSON, G; KATZ, R. H. **A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)**. Disponível em: <
<http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/1987/CSD-87-391.pdf> > Acesso em: 02 abr.
2013

PITANGA, M. **Construindo Supercomputadores com Linux**, 3 ed. Brasport, 2008.

PITANGA, M. **Computação em Cluster**. Disponível em:
<<http://www.rozero.host22.com/disciplinas/unatec/arquitetura/Cluster.pdf>>. Acesso em: 02
abr. 2013

SHRIVASTAVA, A; SOMASUNDARAM, G. **Armazenamento e Gerenciamento de Informações**, Bookman, 2009.