



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA

PRÓ-REITORIA ACADÊMICA

COPEP - COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

TECNOLOGIA EM BANCOS DE DADOS

**OTIMIZAÇÃO DE PERFORMANCE DE BANCOS DE DADOS
ORACLE**

Cláudio Cid Monteiro

Barra Mansa - RJ

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
COPEP - COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
TECNOLOGIA EM BANCOS DE DADOS

**PERFORMANCE E OTIMIZAÇÃO DE DESEMPENHO DE BANCOS
DE DADOS ORACLE**

Cláudio Cid Monteiro

Artigo científico apresentado ao curso de Pós-Graduação em Tecnologia em Bancos de Dados do Centro Universitário de Barra Mansa, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Bancos de Dados, sob a orientação do Prof. Lúcio Gomes Peixoto Júnior.

Barra Mansa - RJ

2018

PERFORMANCE E OTIMIZAÇÃO DE DESEMPENHO DE BANCOS DE DADOS ORACLE

Cláudio Cid Monteiro¹
Lúcio Gomes Peixoto Júnior²

RESUMO

Palavras-chave:

ABSTRACT

Keywords:

¹Acadêmico do Curso de Especialização *lato sensu* em Tecnologia e Projeto de Banco de Dados no UBM.

² Docente e Coordenador de pós-graduação em banco de dados do UBM. É certificado Microsoft Certified IT Professional: Database Administrator, Microsoft Certified Technology Specialist, Microsoft Certified Trainer – SQL Server e Oracle Certified Professional..

1. INTRODUÇÃO

<https://targettrust.com.br/curso/oracle-12c-otimizacao-e-performance-banco-de-dados/>

2. DADOS: A BASE DA INFORMAÇÃO

As organizações dependem de uma gama tecnológica gigantesca e ainda em amplo crescimento, sendo estes essenciais para a saúde e até mesmo a continuidade da empresa de forma competitiva. Para empresas multinacionais, a tecnologia permite que a informação esteja à disposição de forma íntegra, única, no momento necessário e muitas vezes ágil, o mais rápido possível, independente do ponto geográfico que encontra-se, dando ao gestor ferramentas poderosas de controle e gestão.

Peter Drucker (1909-2005), considerado o pai da administração, em artigo de 1980, fala abertamente sobre a Tecnologia da Informação (TI) ainda nos seus primórdios, prevendo situações que hoje são comuns, mas que naquela década seria algo inviável. Ele disserta, dentre outros assuntos, o controle sobre a informação. Sendo estas formadas por um conjunto de dados inter-relacionados, criando sentido dentro do mesmo contexto e armazenados, por tempo determinado, podendo ser ou não utilizada (SILBERSCHATZ, 2006).

Em uma de suas muitas frases, Drucker diz:

“O conhecimento e a informação são os recursos estratégicos para o desenvolvimento de qualquer país. Os portadores desses recursos são as pessoas. “Peter Drucker

Sabendo da importância da informação para as organizações, foi desenvolvido pelos cientistas da computação, grandes grupos de conceitos e técnicas para gerir estes dados (SILBERSCHATZ, 2006).

Heuser (2001) define dado como sendo um fato do mundo real que está registrado e possui um significado implícito no contexto de um domínio de aplicação. Um banco de dados possui as seguintes propriedades:

- é uma coleção lógica coerente de dados com um significado inerente; uma disposição desordenada dos dados não pode ser referenciada como um banco de dados;
- é projetado, construído e populado com dados para um propósito específico; um banco de dados possui um conjunto pré-definido de usuários e aplicações;
- representa algum aspecto do mundo real, o qual é chamado de mini-mundo; qualquer alteração efetuada no mini-mundo é automaticamente refletida no banco de dados.

Toda organização tem informação para guardar e gerenciar.

2.1 BANCOS DE DADOS ORACLE

Bancos de dados são criados e mantidos por um conjunto de aplicações desenvolvidas especialmente com este fim, sendo denominados Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD). Segundo Date (2004), “o Sistema Gerenciador de Banco de Dados é o software que manipula todos os acessos ao Banco de Dados”.

Outros conceitos encontrados na literatura são:

- “Os bancos de dados e sua tecnologia têm um impacto importante sobre o uso crescente dos computadores” (Navathe, 2011),
- “Banco de Dados é uma coleção de dados relacionados. ” (Navathe, 2011),
- “Uma base de dados é uma coleção de dados operacionais armazenados, usados pelos sistemas de aplicação de uma determinada organização.” (Date,1985).

Um SGBD é projetado para atender um ou mais banco de dados, com pouco ou um grande volume de dados. É um software que controla o armazenamento, organiza e retorna os dados. O dado e consequentemente a informação mantidos pelo SGBD tem de estar acessíveis no menor tempo possível.

O Banco de dados Oracle consiste de uma base de dados e, pelo menos, uma instância de banco de dados.

- Base de Dados:é um conjunto de arquivos, alocados em disco, para armazenar os dados. Estes arquivos existem independentemente da instância.
- Instância de banco de dados: é um conjunto de estruturas de memória para gerir os arquivos da base de dados. É formada pela Shared Memory Area, que é chamada de System Global Area(SGA) e um conjunto de processos em segundo plano. Uma instância pode existir independente dos arquivos de banco de dados,

A figura 1 mostra um banco de dados e uma instância. Para cada usuário conectado a instância, um processo cliente executada o aplicativo. Cada processo cliente é associado com

o seu Server Process, que tem a sua própria sessão de memória privada, conhecida como Program Global Area (PGA).

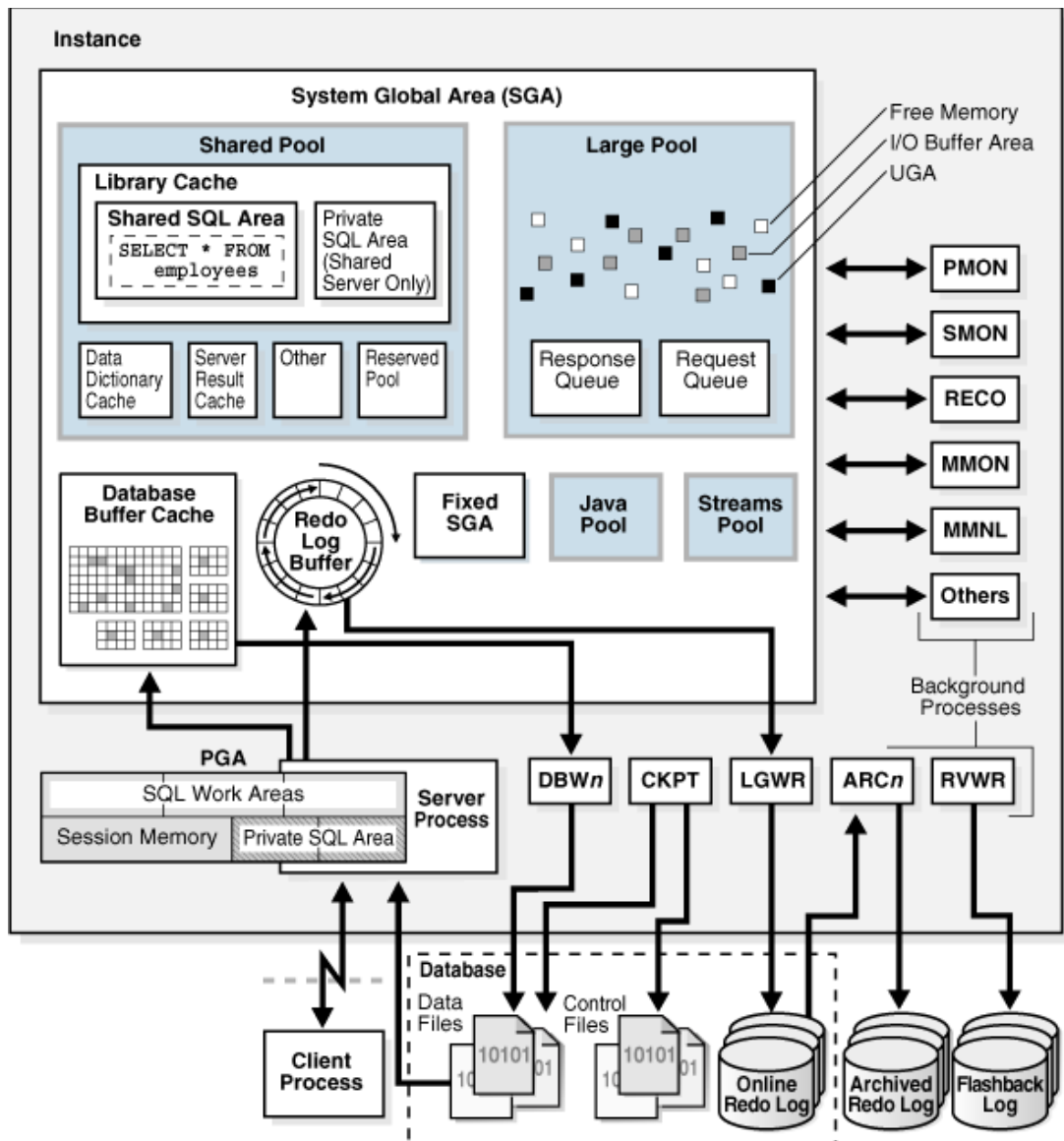


Figura 1: Instância Oracle e Banco de dados

Fonte: <https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/12.2/cncpt/introduction-to-oracle-database.html#GUID-8F2EEEC8-0372-4419-88FF-7D77A9C0FCAD>

3. PERFORMANCE DE BANCO DE DADOS NO ORACLE

De acordo com o significado da palavra “Otimizar” é tornar ótimo ou ideal. É extrair o melhor rendimento possível, no que concerne a qualquer área de atividade. A melhoria de desempenho do banco de dados também é conhecida como performance.

Na área da tecnologia da informação, otimizar um sistema é torná-lo mais rápido e eficiente, reduzindo o tempo de execução de tarefas. Quando o computador processa as atividades muito lentamente, é normal proceder-se à otimização para melhorar o desempenho.

Grandes quantitativos de atividades e os espaços ocupados pelos dados podem ser estimados. Para tanto, é necessário monitorar e analisar o banco de dados com frequência e regularidade. Os objetivos de otimizar (ou tuning) bancos de dados são os seguintes:

- I. Fazer com que as aplicações sejam executadas mais rapidamente,
- II. Diminuir o tempo de resposta de consultas/transações e
- III. Melhorar o desempenho geral das transações.

As entradas para o processo de otimização incluem estatísticas relacionadas a diversos fatores. Em particular um SGBD pode coletar internamente as seguintes estatísticas:

- Tamanho de tabelas individuais,
- Número de valores distintos em uma coluna,
- Número de vezes que uma consulta ou transação é submetida/executada em um intervalo de tempo.

- Tempos necessários para as fases de processamento de consultas.

Essas e outras estatísticas criam um perfil do conteúdo e do uso de banco de dados.

Outras informações obtidas a partir do monitoramento das atividades do sistema de banco de dados incluem as seguintes:

- Estatísticas de armazenamento: dados a respeito da alocação de armazenamento para espaço de tabelas, espaço de índices e portas de buffer.
- Estatísticas de desempenho de entrada/saída: atividade total de leitura/escrita (paginação) do disco.
- Estatísticas de processamento de consultas, tempos de execução de consultas, tempos de otimização durante a otimização de consultas.
- Estatísticas relacionadas a bloqueios/registro de log: taxas de definição de diferentes tipos de bloqueios, taxas de desempenho de transações e registros de log de atividades.

Estas estatísticas se referem a transações, ao controle de concorrência e a recuperação de dados.

A otimização de bancos de dados tratam diretamente os seguintes tipos de problema:

- Evitar excessivas disputas por bloqueios;
- Minimizar a sobrecarga de registrar logs;

- Armazenamento desnecessário de dados
- Otimizar o tamanho do buffer e o escalonamento de processos
- Alocar recursos como discos, memória e processos para uma o uso mais eficiente.

Muitas dessas questões podem ser resolvidas realizando o ajuste correto de parâmetros do SGBD, da alteração das configurações de dispositivos, da alteração de parâmetros do sistema operacional e de outras atividades similares, alcançando de tal maneira a eficiente utilização dos dados, obtendo o melhor desempenho na obtenção da informação.

3.1 MONITORAR E MENSURAR PARA AJUSTAR

Através destas técnicas de monitoramento e mensuração, simples, porém eficazes, faz-se o planejamento, coleta de dados, entende-se o comportamento do banco de dados e se criam métricas e padrões de usabilidade e que servirão de base para a melhoria e aperfeiçoamento do desempenho do banco de dados, buscando sempre a melhor performance do banco de dados, o que proporciona ao seu utilizador ou ao consumidor da informação, maior celeridade na obtenção dos dados manipulados e/ou armazená-los.

Esta etapa do processo fornecerá metadados para futuros comparativos e estudos do ganho efetivo de desempenho fornecido pela prática da otimização do banco de dados.

3.1.1 MONITORAMENTO DOS DADOS

Como já explanado da importância dos dados, necessário é, acompanhar e detectar as ocorrências notáveis do seu banco de dados, sendo estas importantíssimas para o desempenho.

O uso dos recursos, assim como os processos internos do SGBD podem ser monitorados para revelar gargalos, como concorrências pelos mesmos dados ou dispositivos.

A proatividade e detecção de possíveis problemas antes mesmos destes ocorrerem. Para o administrador que conhece bem o seu banco de dados, sabe-se que há momentos que o desempenho torna-se crítico ou não. Com essas informações, a que também é conhecida como metadado, ou seja, o dado sobre o dado, ter esse padrão de execução documentado é aconselhável e muitas vezes imprescindível. Guardar a informação que rotina é processada de forma usual em aproximadamente 2 horas e identificar que um dia esta rotina esteja levando de 3 ou 4 horas, sendo identificado preventivamente. Estando o perfil da carga, dentro da

normalidade, pode-se comparar e investigar, a fim de solucionar, rapidamente o que mudou. Sem a documentação, será muito mais difícil saber porque o tempo de execução aumentou.

3.1.2 MENSURAR DADOS

Coletar grande quantitativo de estatísticas através do sistema operativo, SGDB ou até mesmo através da aplicação, pode ser uma tarefa simples, contudo não tem muito valor se não se sabe qual o real significado e não puder agir sobre a ação que pode mudar uma estatística a um dado evento. De nada adianta saber o volume de leituras do seu disco num dado momento. No entanto, saber o número de leituras em disco que uma determinada transação provoca, é muito mais útil. Conhecer as estatísticas disponíveis, extrai-las através das ferramentas disponíveis, de forma a torná-las relevantes e sabendo o significado real destas informações. Para isto é preciso criar pequenos programas que gerem cargas padronizadas no seu banco de dados, produzindo assim métricas que poderão alimentar e servir de base para o DBA.

3.2 DESEMPENHO VERSUS SEGURANÇA

O aumento do desempenho de um banco de dados não pode sobressair em detrimento da segurança. Bancos de dados são mais utilizados pela sua confiabilidade e versatilidade do que pelo seu desempenho, principalmente os relacionais. Tolerar falhas, garantir as propriedades de ACID (Atomicidade, Consistência, Interoperabilidade e Durabilidade) e manter rotinas de backup não devem ser menosprezadas a qualquer tempo. Há parâmetros quando ajustados no SO, no SGDB e configurações de hardware que podem fazer o seu SGDB alcançar uma performance gigantesca, porém torna-lo muito vulnerável.

O domínio dos conhecimentos sobre os mecanismos de logs de transação e rollback é essencial para que ajustes nestes tenham grande impacto nas operações de gravação, sendo que, porém, ao mesmo tempo, qualquer falha nesta área pode comprometer a integridade do banco de dados.

4. TUNING NO BANCO DE DADOS ORACLE

4.1 ADVISORS NO ORACLE

São orientadores, guias, consultores especializados e automatizados, podendo ser entendidos como conselheiros tecnicamente especializados. Estas ferramentas ajudam o administrador de banco de dados a realizar a análise do desempenho e a identificar possíveis problemas, ajustando diversos componentes. Sempre que executados realizam sua análise e retornam resultando que fornecem informações do comportamento das áreas do BD Oracle, entregando orientações definidas dos ajustes indicados abordando, gerenciamento da área de Undo, performance e espaço, sendo a base dos advisors os dois componentes de infraestrutura, AWR e AADM.

4.1.1 Automatic Workload Repository (AWR).

É um repositório que coleta, processa e mantém estatísticas de desempenho podendo ser consumidas como relatórios ou visões, utilizadas para identificação de problemas e ajustes. As informações estatísticas são armazenadas no AWR na forma de snapshots.

O uso de métricas e alertas de desempenho do AWR permite manter a disponibilidade contínua do serviço, apesar das alterações no nível de serviço. Ele também permite medir a qualidade do serviço fornecido pelos serviços de banco de dados.

4.1.2 ADDM

Analisa dados do AWR para identificar potenciais gargalos de performance. Para cada divergência que possa ocasionar queda no desempenho é localizada a causa raiz e fornecidas recomendações, com ou sem o tipo de advisor que pode ser utilizado para corrigir o problema. Uma tarefa de análise do AADM é executada e seus registros são armazenados sempre que um snapshot do AWR é realizada, desde que o parâmetro `STATISTICS_LEVEL` esteja ajustado como `TYPICAL` ou `ALL`. A análise do ADDM inclui o seguinte:

- Carga da CPU

- Uso de memória

- Uso de E / S

- Recurso intensivo de SQL

- Recurso intensivo de PL / SQL e Java

Questões de ORACLE RAC

Problemas de aplicação

Problemas de configuração do banco de dados

Problemas de concorrência

Contenção de objeto

4.1.3 PRINCIPAIS ADVISORS

Alguns dos advisors de banco de dados que são chamados pelo ADDM para ajudá-lo a melhorar a performance do banco de dados.:

4.1.4 SQL Tuning Advisor

O SQL Tuning Advisor analisa problemas com instruções SQL individuais, como um plano otimizador de baixa performance ou o uso equivocado de algumas instruções SQL, além de fazer recomendações para melhorar a performance. Você pode executar o SQL Tuning Advisor em instruções SQL de uso intensivo de recursos, em um conjunto de instruções SQL durante um período ou a partir de uma carga de trabalho SQL. Geralmente, esse advisor é executado em resposta a uma constatação de performance do ADDM que recomenda seu uso.

4.2 SQL Access Advisor

O SQL Access Advisor faz recomendações para melhorar a performance de uma carga de trabalho. Além de analisar índices e visualizações materializadas como no Banco de Dados Oracle 10g, o SQL Access Advisor no Banco de Dados Oracle 11g analisa tabelas e consultas e faz recomendações sobre como otimizar estruturas de armazenamento.

4.3 Memory Advisor

O Memory Advisor é um conjunto de várias funções de advisor que ajudam a determinar as melhores configurações da memória total usada pela instância do banco de dados. Elas oferecem análises gráficas das configurações de destino da memória total (conforme mostra a Figura 1), configurações de destino de SGA e PGA ou configurações de tamanho de componente SGA. As análises são usadas para ajustar a performance do banco de dados e para planejamento hipotético. Vários Memory Advisors estão disponíveis para ajuste de memória (observe que a disponibilidade desses advisors depende de os recursos de Automatic Memory Management [AMM] e Automatic Shared Memory Management [ASMM] estarem habilitados ou não): O SGA Advisor fornece informações sobre melhoria percentual no tempo do banco de dados para vários tamanhos de SGA, o advisor de pool compartilhado fornece informações sobre o tempo de análise estimado no pool compartilhado para diferentes tamanhos de pool, o advisor de cache de buffer fornece informações sobre leituras físicas e o tempo para o tamanho do cache e o PGA Advisor fornece informações sobre a porcentagem de acertos de cache em comparação com o tamanho da memória de destino de PGA.

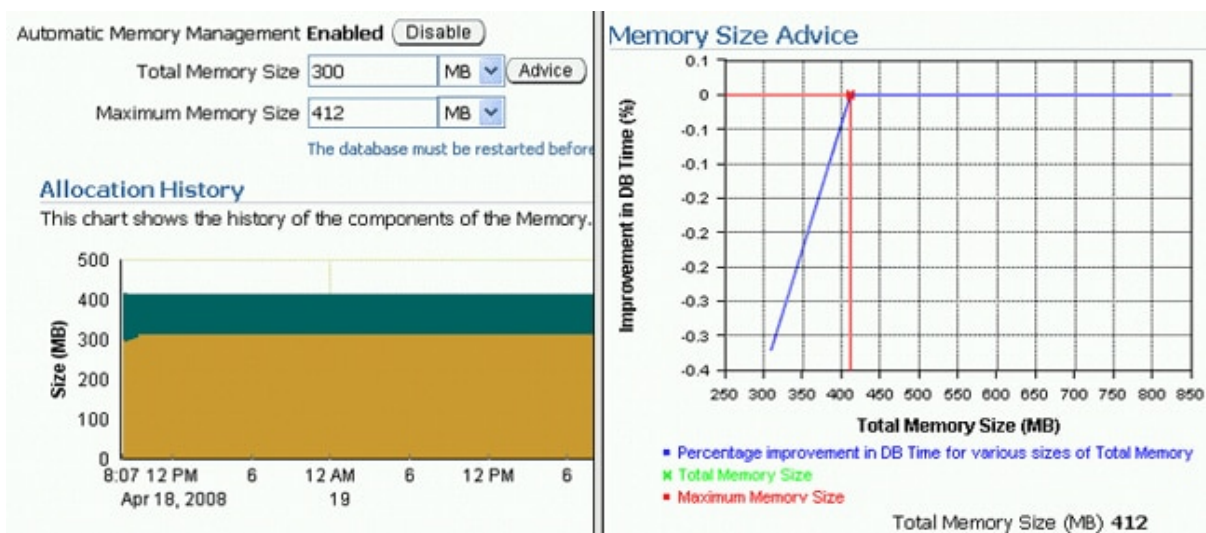


Figura 1: Configurações de destino da memória total

4.4 Undo Advisor

O Undo Advisor ajuda a determinar o tamanho do tablespace de undo. Você pode calcular o tamanho mínimo do tablespace de undo, com base nas estatísticas coletadas ou durante um período de tempo designado ou durante um período de retenção de undo. Usando as estatísticas de tempo de execução coletadas no AWR, você pode usar o Undo Advisor para extrapolar como os futuros requisitos podem prejudicar o tamanho do tablespace de undo. Daí, pode usar a página Undo Management no Oracle Enterprise Manager para fazer alterações recomendadas pelo Undo Advisor

4.5

4.6

4.7

4.8

4.9 PASSOS

3.1) Tuning de memória da instância Oracle

3.2) Tuning de rede

3.3) Tuning de storage

3.4) Tuning de SQLs

3.5) Tuning de índices

3.6) Detectando possíveis problemas a nível de S.O

4.10 ESTRUTURAS DE MEMÓRIA DO ORACLE

4.10.1 SHARED POOL

Esta área de compartilhamento, contém comandos e planos de execução dos últimos comandos executados, e também o cache da biblioteca do Oracle, responsável em coletar, analisar, interpretar e executar as instruções SQL. O algoritmo de análise da Oracle que instruções SQL idênticas não necessitem de nova verificação sempre que executadas. Com uma Shared Pool subdimensionada pode-se ocorrer elevados registros de hard parses(library Cache Miss) reduzindo a performance do banco de dados.

Segue-se uma consulta que o resultado serve de informação de apoio, devido onde a coluna “request_failures” estando superior a 0 e crescendo de forma contínua, pode indicar necessidade de ajustes na Shared Pool, pois esta pode estar subdimensionada:

```
SELECT REQUEST_MISSES,  
REQUEST_FAILURES  
FROM V$SHARED_POOL_RESERVED;
```

Outro componente, que faz parte da Shared Pool, a Library Cache também é passiva de otimizações. Armazena instruções SQL que já sofreram o parse, planos de execução, blocos PL/SQL e classes Java.

Um exemplo de consulta se segue abaixo podendo ser utilizada para monitorar a Library Cache (atentar para as colunas RATIO):

```
SELECT NAMESPACE,  
GETS,  
RELOADS,  
PINS,  
INVALIDATIONS,  
ROUND(GETHITRATIO * 100, 2) GETHITRATIO,  
ROUND(PINHITRATIO * 100, 2) PINHITRATIO  
FROM V$LIBRARYCACHE;
```

Outra métrica útil da Library Cache, é seu hit ratio. Não sendo uma métrica para utilização de forma isolada, o indicado é que a análise deste indicador seja feito juntamente com outras análises.

Sendo o comando a seguir utilizado para mensurar o hit ratio do Library Cache:

```
SELECT SUM(PINS) "EXECUTIONS",  
SUM(RELOADS) "CACHE MISSES WHILE EXECUTING",  
SUM(PINS - RELOADS)*100/SUM(PINS) as hit_ratio  
FROM V$LIBRARYCACHE;
```

A seguir instrução para utilização do advisor da Shared Pool.

```
SELECT SHARED_POOL_SIZE_FOR_ESTIMATE AS ESTIMATE_SIZE,  
SHARED_POOL_SIZE_FACTOR AS FACTOR,  
ESTD_LC_TIME_SAVED AS TIME_SAVED,  
ESTD_LC_LOAD_TIME AS LOAD_TIME  
FROM V$SHARED_POOL_ADVICE;
```

4.10.2 LOG BUFFER

O Log Buffer geralmente possui um tamanho bem menor em relação as outras estruturas de memória do banco, mas também possui um papel importante no assunto performance. Algumas recomendações básicas para otimizar o uso dessa estrutura de memória são:

- Realizar COMMITs em lote

- Usar o NOLOGGING para operações regulares, evitando a geração de REDO. Porém isso torna as transações irrecuperáveis na eventualidade de um crash da instância. Usar essa opção com cautela.

Para monitorar o Log Buffer, afim de identificar se é necessário o seu aumento, executar a query abaixo. Caso o valor do “redo buffer allocation retries” esteja aumentando gradativamente, isso pode indica que o Log Buffer está subdimensionado, e como consequência disso, processos estão esperando para escrever os redo log entries no Log Buffer.

```
SELECT NAME,  
VALUE  
FROM V$SYSSTAT  
WHERE NAME = 'redo buffer allocation retries';
```

4.10.3 BUFFER CACHE

Para melhorar o uso do Buffer Cache, não basta apenas aumentar seu tamanho. A principal atitude a ser tomada é a otimização das queries do banco de dados, principalmente aquelas que são executadas com muita frequência.

É possível mensurar o ratio do Buffer cache. Esse ratio mede a taxa em que o Oracle encontra os datablocks no buffer cache. Caso esteja muito baixo, isso pode indicar um subdimensionamento do Buffer Cache. Para obter esse ratio, além de outras informações:

```
SELECT PR.VALUE AS "phy. reads",
PRD.VALUE AS "phy. reads direct",
PRDL.VALUE AS "phy. reads direct (lob)",
SLR.VALUE AS "session logical reads",
(1 - (PR.VALUE - PRD.VALUE - PRDL.VALUE) / SLR.VALUE)*100 AS "hit ratio"
FROM V$SYSSTAT PR, V$SYSSTAT PRD, V$SYSSTAT PRDL, V$SYSSTAT SLR
WHERE PR.NAME = 'physical reads'
AND PRD.NAME = 'physical reads direct'
AND PRDL.NAME = 'physical reads direct (lob)'
AND SLR.NAME = 'session logical reads';
```

Essa estrutura de memória também possui um advisor, com possíveis recomendações de redimensionamento:

```
SELECT size_for_estimate,
size_factor,
buffers_for_estimate,
abs(((estd_physical_read_factor)*100)-100) as pct_ganho_phys_reads,
estd_physical_reads
FROM V$DB_CACHE_ADVICE
WHERE name = 'DEFAULT'
AND block_size = (SELECT value FROM V$PARAMETER WHERE name =
'db_block_size')
AND advice_status = 'ON';
```

4.10.4 PGA

A PGA tem papel importante na performance de queries do banco de dados, principalmente aquelas queries que realizam muitos sorts e hashing. Uma query que pode fornecer uma visão geral de como a PGA está, segue a seguir:

```
SELECT NAME,
ROUND(VALUE/1024/1024, 2) || ' MBs' AS VALOR
FROM V$PGASTAT
WHERE NAME IN ('aggregate PGA target parameter', 'total PGA allocated', 'total PGA
inuse')
UNION
SELECT 'PGA cache hit percentage (Obj: 100%)', VALUE || '%'
FROM V$PGASTAT WHERE NAME = 'cache hit percentage'
UNION
SELECT 'Overallocations', VALUE || "
FROM V$PGASTAT WHERE NAME = 'over allocation count'
```

OBS1: Atentar para a coluna “overallocations”, que indica se estão ocorrendo escritas na tablespace temporária, gerando disk I/O o que não é desejável. Recomenda-se que esse valor seja 0. Caso esteja muito alto, verificar a possibilidade de redimensionar a PGA.

O advisor da PGA pode ser obtido a partir da seguinte query:

```
SELECT PGA_TARGET_FACTOR,  
round(PGA_TARGET_FOR_ESTIMATE/1024/1024) target_mb,  
ESTD_PGA_CACHE_HIT_PERCENTAGE cache_hit_perc,  
ESTD_OVERALLOC_COUNT  
FROM v$pga_target_advice;
```

4.10.5 AMM – Automatic Memory Management

Caso se esteja usando a feature de AMM (MEMORY_TARGET > 0), é possível otimizá-la como um todo. Ao usar essa feature, todas as estruturas de memória acima mencionadas, entre outras, serão automaticamente ajustadas pelo Oracle, conforme o ambiente demandar. Essa estrutura também possui um advisor, cujas informações podem ser obtidas a partir da seguinte view:

V\$MEMORY_TARGET_ADVICE

4.11 Tuning do Redo Log Buffer

4.12 Configuração do Banco de Dados e Detalhes de I/O

4.13 Latches

4.14 Tuning de Segmentos de Undo

4.15

4.16 Tuning do Sistema Operacional

5. METODOLOGIA

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S.. Sistema de Banco de Dados. 5a ed., Campus, 2006. 781 p. ISBN 8535211071, 9788535211078

GREENWALD R., Stackowiak R., Stern J.. **Oracle Essentials**, 4th Edition, O'Reilly Media, 2007. 408 p. ISBN-13: 978-0-596-51454-9

TOLEDO JUNIOR, Hugo. Oracle Networking. Usa: Osborne, 2000.

ORACLE GRID INFRASTRUCTURE 12CR1 - PARTE 1 - VISÃO GERAL E NOVOS RECURSO,S Disponível em
<<http://www.oracle.com/technetwork/pt/articles/grid/grid-infrastructure-12cr1-parte-1-2099017-ptb.html> Acessado em 21-09-2015.

<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/12.2/cncpt/introduction-to-oracle-database.html#GUID-166C1E31-CDBC-47D9-867A-3D4C9AAC837D>

Rodrigues, S. (2007, Set). Conceitos Básicos de BD, SBD e SGBD. Disponível em
http://www.sergiorodrigues.net/aulas/downloads/bd1/bd1_apostila1_conceitosBasicos.pdf