

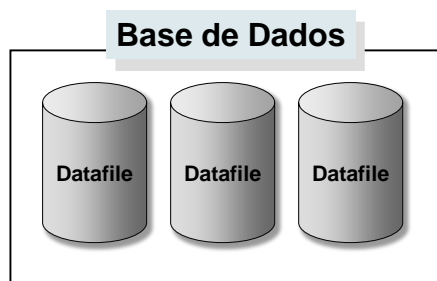
Arquitetura e Administração de Bases de Dados  
Arquitetura do Sistema Oracle

João Costa  
jcosta@isec.pt

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Base de Dados?

- ▶ estruturas de dados que, normalmente, estão guardados num conjunto de ficheiros físicos, que guardam toda a informação

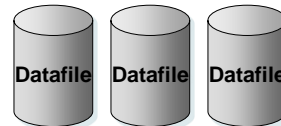


## Servidor de Bases de Datos Relacional

```
SELECT * FROM DEP
```

Servidor de  
Bases de Dados

NDEP	NOME	LOC
10	CONTABILIDADE	NEW YORK
20	INVESTIGACAO	DALLAS
30	VENDAS	CHICAGO
40	OPERACOES	BOSTON



▶ 3

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

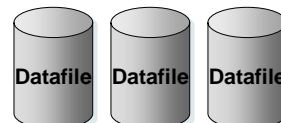
## Servidor de Bases de Dados Relacional

```
SELECT * FROM DEP
```

Servidor de  
Bases de Dados

Como funciona

NDEP	NOME	LOC
10	CONTABILIDADE	NEW YORK
20	INVESTIGACAO	DALLAS
30	VENDAS	CHICAGO
40	OPERACOES	BOSTON



▶ 4

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

## Servidor de Bases de Datos Relacional

- Como funciona ??



► 5

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

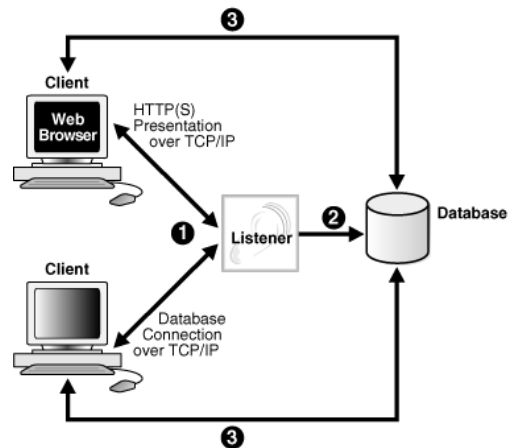
## Servidor de Bases de Datos Relacional

► 6

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

## Servidor de Bases de Datos Relacional

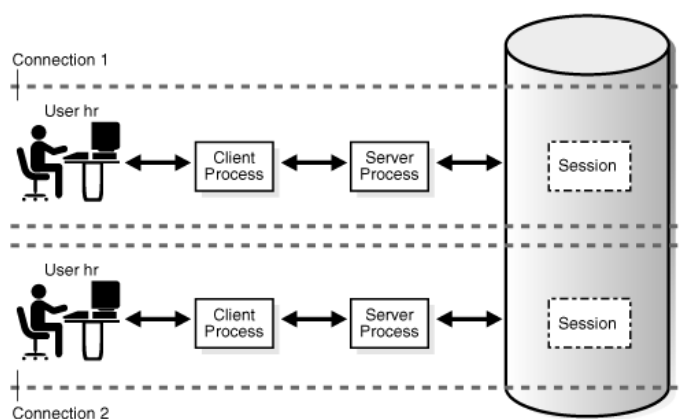
### ► Listener



► 7

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

## Servidor de Bases de Datos Relacional

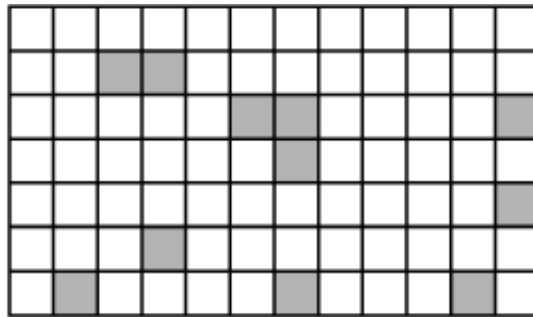


► 8

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

## Servidor de Bases de Datos Relacional

- ▶ in-memory data structure

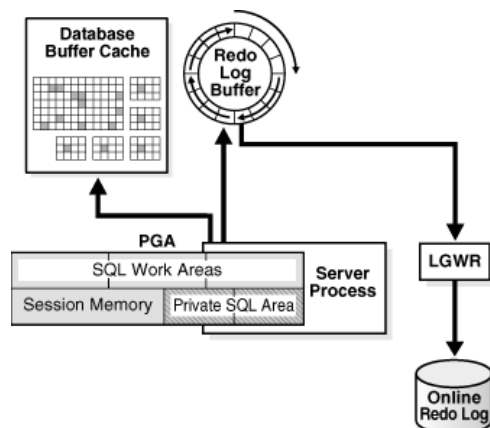


▶ 9

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

## Servidor de Bases de Datos Relacional

- ▶ Redo Log Buffer

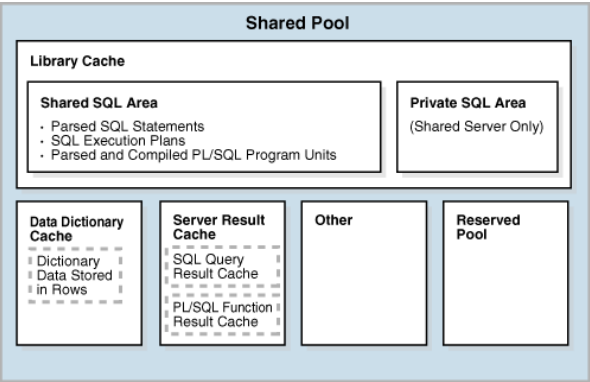


▶ 10

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

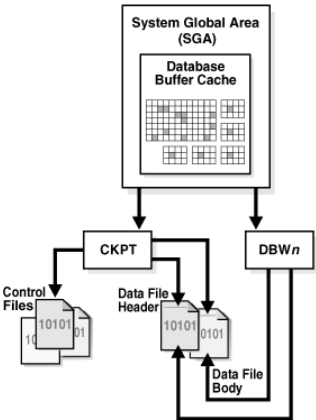
# Servidor de Bases de Datos Relacional

## Shared Pool



# Servidor de Bases de Datos Relacional

## CKPT



## Arquitetura do Sistema Oracle

- ▶ Base de dados
- ▶ Instâncias
  - ▶ Estruturas Lógicas
  - ▶ Processos
- ▶ Ficheiros de inicialização
  - ▶ o ficheiro INIT.ORA
  - ▶ O ficheiro SPFILE.ORA
- ▶ Ficheiros que compõem a base de dados
  - ▶ DataFiles
  - ▶ Control Files
  - ▶ Redo Log Files
  - ▶ Archived Log Files
- ▶ Trace Files
  - ▶ Alert Log

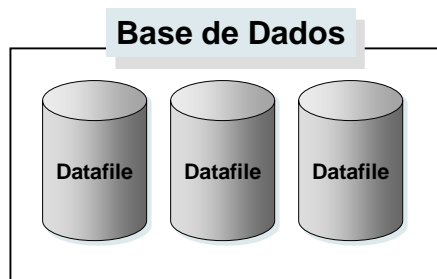
▶ 13

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Base de Dados

- ▶ conjunto de ficheiros físicos onde é guardada toda a informação

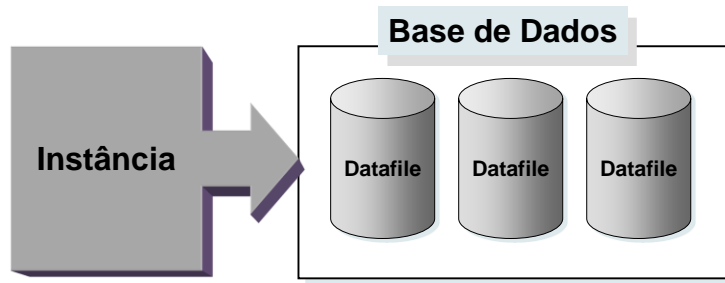


▶ 14

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

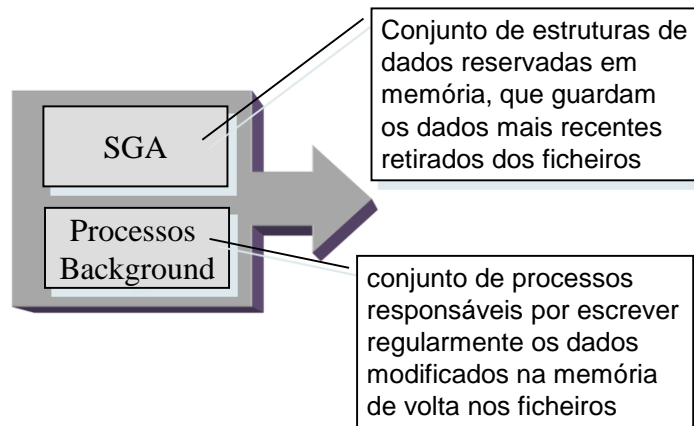
## Arquitetura do Sistema Oracle

### Acesso a uma base de dados



## Arquitetura do Sistema Oracle

### Instância





## Arquitetura do Sistema Oracle

### Instância

- ▶ parametrizável através da utilização do ficheiro
- ▶ **INIT<nome da instância>.ORA** (texto)
- ▶ **SPFILE<nome da instância>.ORA** (binário)
- ▶ **Várias instâncias para cada Base de Dados**
  - ▶ com parâmetros de memória diferentes,
  - ▶ comportamentos diferentes
- ▶ **acesso aos mesmos ficheiros (base de dados)**
- ▶ **Permite acesso a várias bases de dados no servidor**  
(através de instâncias distintas)

▶ 17

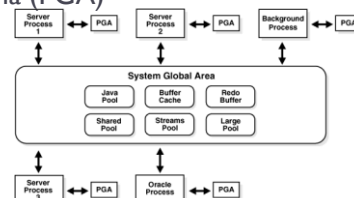
2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

## Arquitetura do Sistema Oracle

### O ficheiro INIT<nome da instância>.ORA

define os tamanhos das estruturas de memória e os processos

- ▶ as estruturas do SGA (*System Global Area* ou *Shared Global Area*) é partilhado por todos os utilizadores da base de dados
- ▶ área de memória da instância (SGA) partilhada por pelas sessões
- ▶ é levantado um processo específico para servir cada sessão (*Server Process*) criando uma área privada chamada PGA (*Program Global Area*)
- ▶ cada sessão possui a sua área de memória (PGA)



▶ 18

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

## Arquitetura do Sistema Oracle

- ▶ O ficheiro SPFILE<nome da instância>.ORA
  - ▶ introduzida na versão 9i
  - ▶ é um arquivo de parâmetros binário
  - ▶ é mais prático porque alterações em parâmetros dinâmicos (aqueles que podem ser alterados quando a base de dados está aberta, via `alter system` ou `alter session`) podem ser gravados de forma permanente, sem necessidade de editar o arquivo de texto INIT.ORA como acontecia até à versão 8i
  - ▶ apenas um arquivo de parâmetros será lido na abertura da base de dados

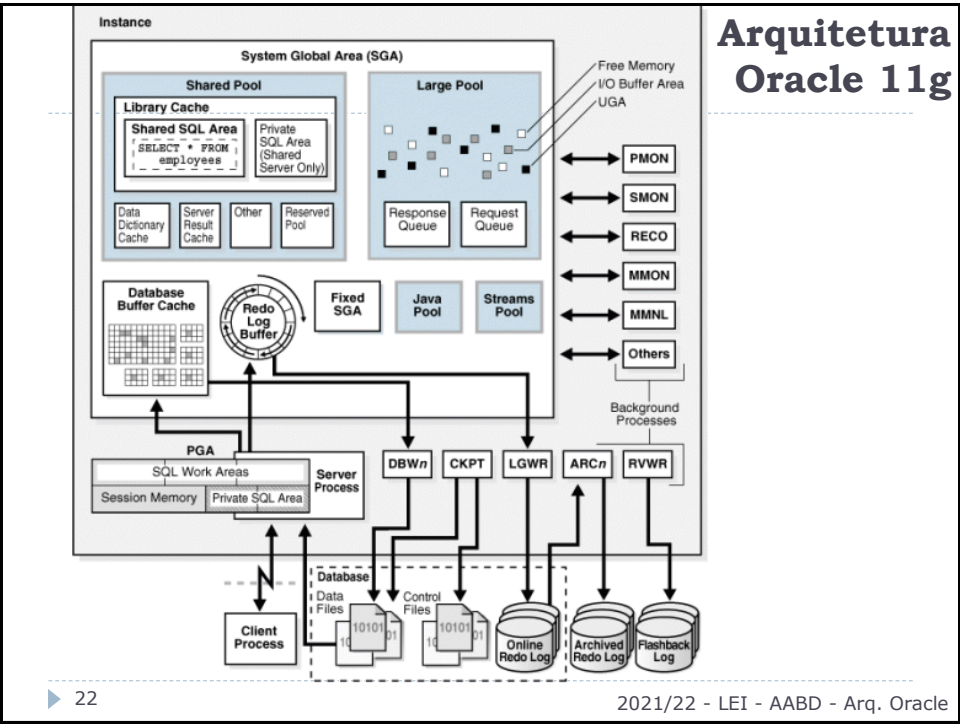
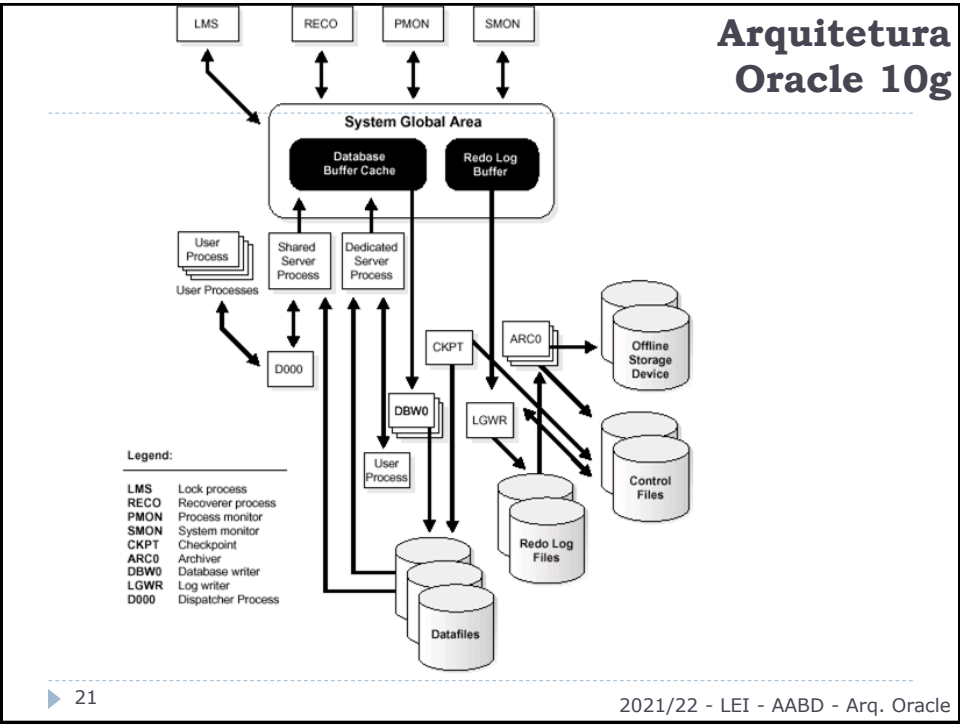
## Arquitetura do Sistema Oracle

Para abrir uma instância emite-se o comando

```
STARTUP [pfile = arquivo_de_parâmetros]
```

Este parâmetro indica:

- ▶ o nome do arquivo texto de parâmetros INIT.ORA
- ▶ se for omitido, usa, se houver, um arquivo SPFILEsid.ORA em ORACLE\_HOME\database (plataforma Windows)
- ▶ caso pretenda abrir a instância com um arquivo binário de inicialização deve-se utilizar o parâmetro SPFILE. Este parâmetro deve indicar o nome e localização do arquivo binário de inicialização
- ▶ o nome da base de dados deve coincidir com o parâmetro DB\_NAME e o nome que constar nos *Control Files*



## Arquitetura do Sistema Oracle

### Estruturas que compõem o SGA

- ▶ *Shared Pool*
  - ▶ *Library cache*
    - *Shared SQL*
  - ▶ *Cache do Dicionário de Dados*
- ▶ *Database Buffer Cache*
- ▶ *Redo Log Buffer*
- ▶ *Large Pool Area*
- ▶ *Java Pool area*

## Arquitetura do Sistema Oracle

### *Shared Pool*

- ▶ *Library cache*
  - ▶ *Shared SQL*
    - ▶ guarda planos de execução de comandos SQL e código PL/SQL de procedimentos ou *packages*
- ▶ *Cache do Dicionário de Dados*
  - ▶ são mantidos os blocos do dicionário de dados mais acedidos recentemente.
- ▶ `SHARED-POOL-SIZE` (em bytes)

## Arquitetura do Sistema Oracle

### *Database Buffer Cache*

- ▶ guarda os blocos com a informação vinda do disco
- ▶ libertação do espaço dos blocos há mais tempo.
- ▶ Algoritmo *Least Recently Used (LRU)*
- ▶ parâmetro `DB_CACHE_SIZE` (em blocos)

## Arquitetura do Sistema Oracle

### *Redo Log Buffer*

- ▶ é registada toda a actividade num log
- ▶ não são lidos blocos do disco para esta área
- ▶ zona intermédia em memória onde as entradas do log estão constantemente a ser escritas e que de tempos a tempos são enviadas para os ficheiros, os logfiles
- ▶ recebem as entradas do log de uma forma circular
- ▶ o tamanho do *Redo Log Buffer* é bastante menor que qualquer uma das outras estruturas de memória
- ▶ parâmetro `LOG_BUFFER` (em bytes)



## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos envolvidos

- ▶ Processo utilizador (*user process*)
  - ▶ cada vez que ocorre uma conexão, dispara-se um *user process* executado no cliente
  - ▶ tem a função de encaminhar ao Servidor os pedidos do cliente
- ▶ Processo Servidor (*server process*)
  - ▶ recebe os pedidos de processos utilizador e encaminha-os ao Oracle Server
  - ▶ podem ser (discutido mais tarde):
    - Dedicated Server
    - Shared Server (SS)

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos envolvidos

- ▶ processos de gestão das estruturas de memória
  - ▶ DBWR (Database Writer)
  - ▶ LGWR (Log Writer)
  - ▶ CKPT (CheckPoint Process)
- ▶ processos de monitorização
  - ▶ SMON (System Monitor)
  - ▶ PMON (Process Monitor)
- ▶ outros processos opcionais

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos de gestão das estruturas de memória

- ▶ DBWR (Database Writer)
  - ▶ responsável pela escrita dos dados nos ficheiros
  - ▶ apenas dados modificados (*dirty*)
  - ▶ utiliza um método de escrita chamado Escrita Atrasada (*Delayed Writing*), ou *Batch Writing*
  - ▶ quando escreve os blocos modificados coloca um trinco (lock) nos blocos da *Database Buffer Cache*

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos de gestão das estruturas de memória

- ▶ DBWR escreve nos ficheiros quando :
  - ▶ um *server process* não consegue encontrar blocos livre na *Database Buffer Cache*
  - ▶ quando ocorre um *checkpoint*
  - ▶ o número de blocos “sujos” (*dirty*) em memória atingiu um valor limite



## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos de gestão das estruturas de memória

- ▶ LGWR (Log Writer)
  - ▶ toda a atividade da BD é registada como entradas no *Redo Log*
  - ▶ entradas são registadas no *Redo Log Buffer (memória)*
  - ▶ regularmente são escritas nos ficheiros de *log* pelo LGWR
  - ▶ objetivo é salvaguardar a informação o mais frequentemente possível, permitindo ao DBWR atrasar assim suas operações de escrita, que são bastante mais volumosas
    - ▶ Só assim é que o DBWR se pode “*dar ao luxo*” de atrasar as suas escritas, uma vez que só a partir do momento que as entradas do *log* estiverem gravadas nos ficheiros, os dados podem ser dados como confirmados

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos de gestão das estruturas de memória

- ▶ LGWR escreve nos ficheiros quando:
  - ▶ o *Redo Log Buffer* atinge um terço da sua capacidade
  - ▶ uma transação qualquer é confirmada (comando COMMIT)
  - ▶ de três em três segundos
    - ▶ parâmetro LOG-CHECKPOINT-TIMEOUT

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos de gestão das estruturas de memória

- ▶ CKPT (Checkpoint process)
  - ▶ responsável por escrever o SCN (*System Change Number*) no *controlfile* e *datafiles*
    - ▶ o SCN é destinado a sincronizar a base de dados
    - ▶ o SCN é registado no cabeçalho dos ficheiros que compõem a base *data files*, aliviando o trabalho do LGWR
  - ▶ responsável por sinalizar o DBWR
  - ▶ só é obrigatório a partir do Oracle 8i

**Checkpoint** - como acontecimento, é o momento em que o conteúdo da *database buffer cache*, em memória, é escrito nos respetivos ficheiros pelo DBWR

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos de gestão das estruturas de memória

- ▶ o processo CKPT produz um *checkpoint* nas seguintes situações:
  - ▶ quando ocorre um *log switch* (um grupo de ficheiros de log «enche»)
  - ▶ quando é forçado pelos parâmetros
    - ▶ LOG-CHECKPOINT-INTERVAL (nº blocos escritos do S.O. e não Oracle)
    - ▶ LOG-CHECKPOINT-TIMEOUT (intervalo de tempo)
  - ▶ quando é forçado manualmente pelo DBA  
`ALTER SYSTEM CHECKPOINT;`
  - ▶ quando a instância é fechada (exceto *shutdown abort*)

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos de monitorização

- ▶ SMON (System Monitor)
  - ▶ responsável pela instância como um todo
  - ▶ entra em ação durante operações de recuperação da base de dados
  - ▶ processo acorda periodicamente para ver se é necessário:
    - ▶ recuperar automaticamente a instância
    - ▶ libertar espaço temporariamente reservado
    - ▶ eliminar os marcadores de espaço livre
      - fundir blocos de espaços, não é desfragmentar
    - ▶ quando a BD é levantada faz uma recuperação automática

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Processos de monitorização

- ▶ PMON (*Process Monitor*)
  - ▶ responsável pelos processos cliente
  - ▶ organiza a memória após operações desastradas dos utilizadores
  - ▶ entre outras tarefas:
    - ▶ responsável por deixar a base de dados num estado consistente
    - ▶ limpa os efeitos de uma sessão terminada de forma anormal

quando um processo de um utilizador “morre” por algum motivo (ex. falha de rede, falha no pc do utilizador, sessão morta, ...), deixa operações não confirmadas, que necessitam de ser *rolled-back*, e eventualmente uma série de locks, que têm de ser libertados.

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Outros processos opcionais

- ▶ ARCH (Archiver process)
- ▶ RECO (Recoverer process) – in distributed databases
- ▶ LMS (Lock Manager Server process) – in distributed databases
- ▶ Pnnn (Parallel Query processes)
- ▶ QMNn (Queue Monitor processes)
- ▶ CJQ0 (Job Queue processes)
- ▶ Dnnn (Dispatcher processes)
- ▶ Snnn (Server Processes)

## Arquitetura do Sistema Oracle

### ▶ ARCH (Archiver)

- ▶ os ficheiros de log, á medida que se encontram cheios, podem/devem ser arquivados
- ▶ copia o conteúdo de *Redo Log Files* para outro lugar/pasta/disco
- ▶ como a gravação dos *Redo Log Files* é cíclica, este processo impede que algum registo se perca
- ▶ permite manter um histórico das operações

## Arquitetura do Sistema Oracle

### ▶ Pnnn (Parallel Query processes)

- ▶ apenas quando utilizada a opção de Parallel Query

permite:

- ▶ operações de consulta sejam tratadas por processos independentes
- ▶ paralelismo no processamento, tornando-o mais rápido
- ▶ no paralelismo de uma consulta que envolva uma ordenação, são levantados o dobro dos query processes, onde
  - ▶ metade se encarrega da ordenação
  - ▶ a outra metade se encarrega de procurar os dados da consulta

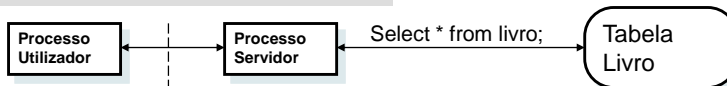
Parâmetros :

- ▶ `PARALLEL-MIN-SERVERS` - n.º de *query processes* iniciados quando a instância é levantada
- ▶ `PARALLEL-MAX-SERVERS` - n.º máximo de *query processes* da instância, depois de serem adicionados à medida que sejam necessários

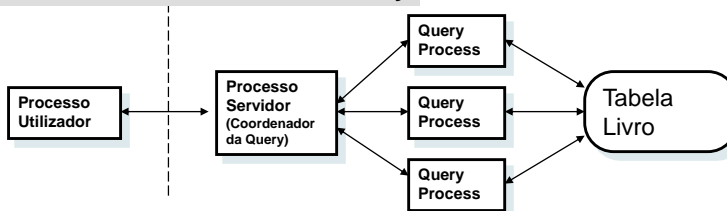
## Arquitetura do Sistema Oracle

### Prinn (Parallel Query processes)

#### Full Table Scan Normal



#### Full Table Scan com Parallel Query



## Arquitetura do Sistema Oracle

Quando recebe um pedido de conexão, um **server process** é iniciado para servir os pedidos originados por essa sessão

A instância pode estar a correr em duas configurações diferentes no que respeita ao tratamento dos pedidos dos processos dos utilizadores

- **Dedicated Server (TWO-TASK)**

um *server process* dedicado a servir um só *user process*.

- recebe os pedidos, valida-os e encaminha-os para o servidor
- por fim encaminha os resultados de volta ao utilizador

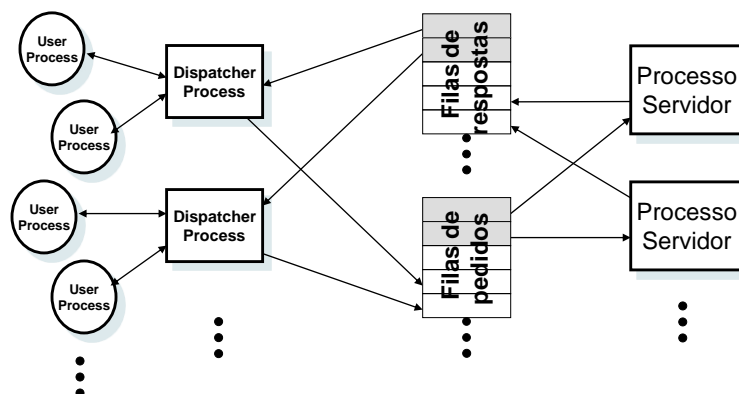
- **Shared Server (SS) (ex-Multi-Threaded Server (MTS))**

dividir processamento e comunicação em dois grupos de processos:

- o processamento é feito por um grupo de vários *server processes*
- a comunicação é levada a cabo por um grupo de processos específicos, os **Dispatcher Processes**

## Arquitetura do Sistema Oracle

### Shared Server (SS)



## Arquitetura do Sistema Oracle

### O Ficheiro de Inicialização INIT.ORA

- ▶ formato usual `INIT<nome-da-instância>.ORA`
- ▶ um ficheiro de inicialização para cada instância distinta
- ▶ localizado no diretório dos ficheiros que compõem a base de dados
- ▶ responsável por parametrizar as características da instância
- ▶ parâmetros, além de definirem o comportamento da instância, permitem ao DBA efetuar operações importantes :
  - ▶ como otimização do desempenho da base de dados
  - ▶ criação de um comportamento padrão.

## Arquitetura do Sistema Oracle

### O Ficheiro de Inicialização INIT.ORA

```
# ...
# nome da instância
db_name = BDADOS
# tamanho de cada bloco de dados
db_block_size = 4096
#nº de ficheiros máximos que pode constituir a BDados
db_files = 20
# por defeito deve conter dois ficheiros
control_files = (D:\orant\database\ctl1orcl.ora,
                  D:\orant\database\ctl2orcl.ora)
# ...
```

## Arquitetura do Sistema Oracle

### O Ficheiro de Inicialização SPFILE<instance>.ORA

- ▶ formato usual SPFILE<nome-da-instância>.ORA
- ▶ parâmetros dinâmicos podem ser alterados através dos comandos  
`alter system` ou `alter session`
- ▶ a vantagem de abrir uma instância via SPFILE reside em ser prático não ter de realizar as mesmas alterações nos parâmetros que constem do arquivo texto de parâmetros
  - ▶ se usarmos `scope = both` em vez de `scope = memory`

Ex:

```
ALTER SYSTEM SET sga_max_size=250mM SCOPE=spfile;
```

## Arquitetura do Sistema Oracle

Tipos de ficheiros que compõem a base de dados :

- ▶ **Controlfiles** - ficheiros de controlo
- ▶ **Datafiles** - ficheiros de dados
- ▶ **Redo Log Files** - ficheiros de redo
- ▶ **Archived Logs** - ficheiros de log arquivados



## Arquitetura do Sistema Oracle

**Controlfiles** - contém a informação básica e vital sobre a base de dados ( ex. a localização física dos *datafiles* e dos *logfiles*)

- ▶ adição ou remoção destes ficheiros, ou alterações à sua localização física, são atualizadas no *controlfile*
- ▶ o estado dos *datafiles* (*on-line* ou *off-line*),
- ▶ regista números essenciais ao funcionamento da BD:
  - ▶ o **SCN (System Change Number)** - serve para sincronizar a base de dados independentemente das inconsistências temporais
  - ▶ **LSN (Log Sequence Number)** - essencial para a coordenação das operações de escrita do LGWR e para o arquivo dos *logfiles* e consequente recuperação da base de dados com recurso a estes ficheiros de log arquivados (*archived logs*)

## Arquitetura do Sistema Oracle

### ▶ Controlfiles

- ▶ o nome e sua localização física é indicado no parâmetro `CONTROL_FILES` do ficheiro de inicialização (`INIT.ORA`)
- ▶ regista o nome, a data em que foi criada, os parâmetros máximos (`MAXLOGFILES`, `MAXDATAFILES`, `MAXINSTANCES`, ...) da base de dados e o modo de arquivo em que está a operar

**RECOMENDAÇÃO:** 2+ cópias em dois (ou +) discos diferentes

- ▶ o registo do *controlfile* deve ser sempre multiplexado, permitindo no caso de uma das cópias falhar, a base de dados pode ser reaberta com qualquer das cópias que ficou operacional
- ▶ todas serão atualizadas em simultâneo sempre que for necessário registar algo no *controlfile* e, podendo funcionar com qualquer uma

## Arquitetura do Sistema Oracle

**Datafiles** - são os ficheiros onde se registam os dados, sejam estes dados aplicacionais, dicionário de dados ou qualquer outro tipo de dados de controlo

- ▶ quando um *datafile* é criado, o espaço em disco é reservado e formatado, mas não contém dados
- ▶ propriedades destes ficheiros :
  - ▶ colocá-los *on-line* ou *off-line*,
  - ▶ parametrizá-los para crescerem de forma dinâmica
  - ▶ redimensioná-los, libertando espaço não utilizado

## Arquitetura do Sistema Oracle

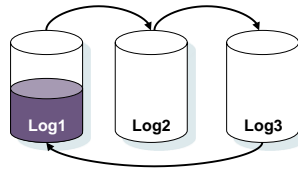
### ▶ Redo Logfiles

- ▶ criados e dimensionados no momento de criação da base de dados
- ▶ existem em grupos, sendo o mínimo dois grupos
- ▶ cada grupo pode ser constituído por membros, onde todos registam exatamente a mesma informação
- ▶ ter grupos com mais que um membro destina-se a aumentar a resistência a falhas
- ▶ escrita do conteúdo da memória nos ficheiros de log, de forma circular (escreve no primeiro grupo, depois passa para o segundo grupo, passa para o terceiro e volta a escrever no primeiro grupo novamente)
- ▶ em Modo Arquivo, os ficheiros de log, depois de preenchidos, são posteriormente arquivados

**log switch** - mudança de um grupo de log para o outro

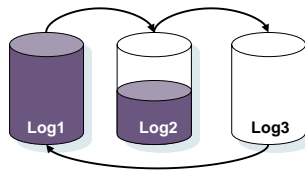
## Arquitetura do Sistema Oracle

### ► Redo Logfiles



O arquivo não tem nada.

Log1 está a ser escrito pelo LGWR



Arquivo : log1.copia1

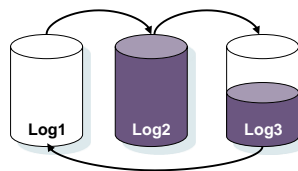
Log1 é arquivado enquanto a escrita é feita no Log2

► 60

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

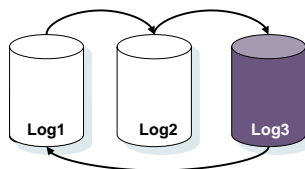
## Arquitetura do Sistema Oracle

### ► Redo Logfiles



Arquivo: log1.copia1,  
log2.copia1

Log2 é arquivado enquanto a escrita é feita no Log3



Arquivo : log1.copia1,  
log2.copia1,  
log3.copia1

Log3 é arquivado enquanto a escrita é feita no Log1, uma vez que a escrita é circular

► 61

2021/22 - LEI - AABD - Arq. Oracle

## Arquitetura do Sistema Oracle

---

**Archived Logs** – ficheiros de *log* arquivados, quando a base de dados se encontra em modo de arquivo

- ▶ os ficheiros de log depois de um *log switch*, são arquivados
- ▶ permitem a posterior recuperação da base de dados
- ▶ os *archived logs* são guardados pelo processo `ARCHiver`
- ▶ parâmetro `LOG-ARCHIVE-DEST` (define o diretório destino)
- ▶ o seu formato pode ser definido pelo DBA