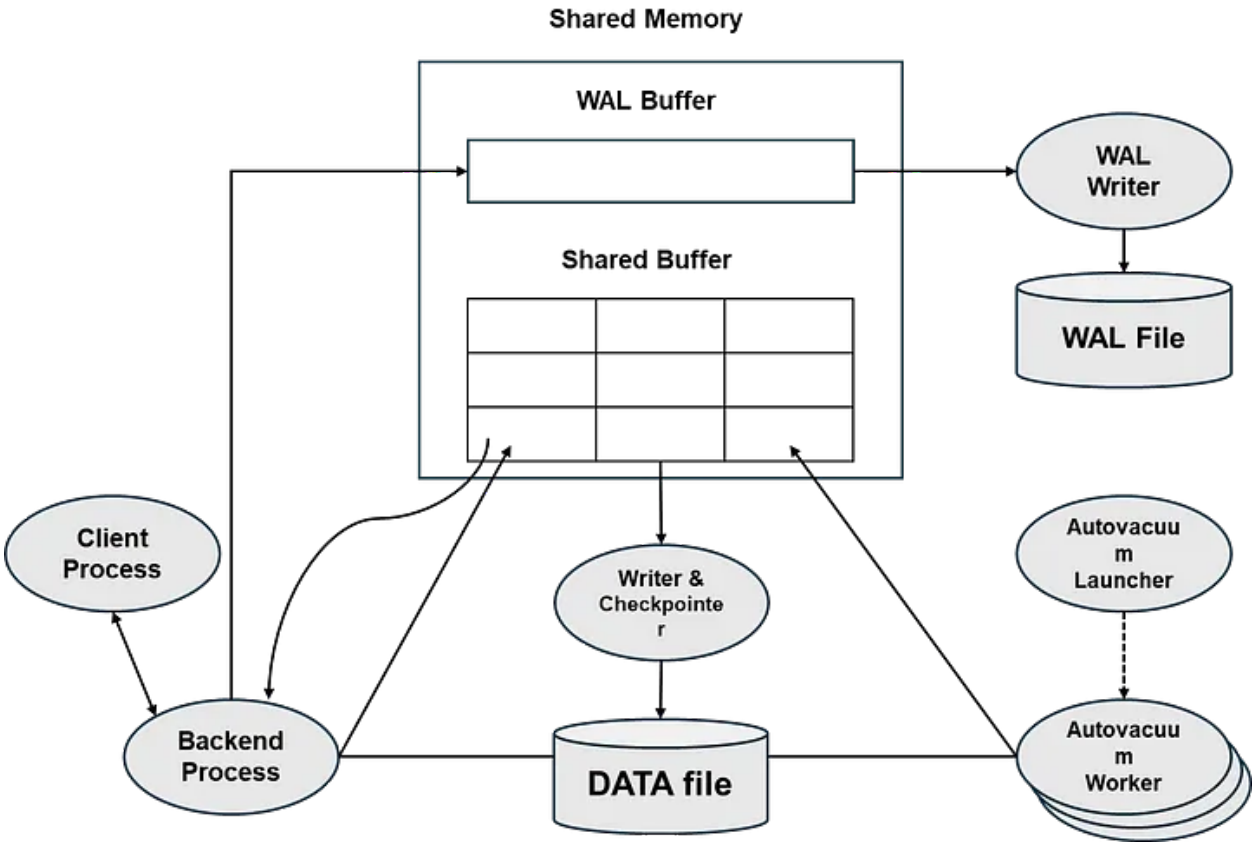
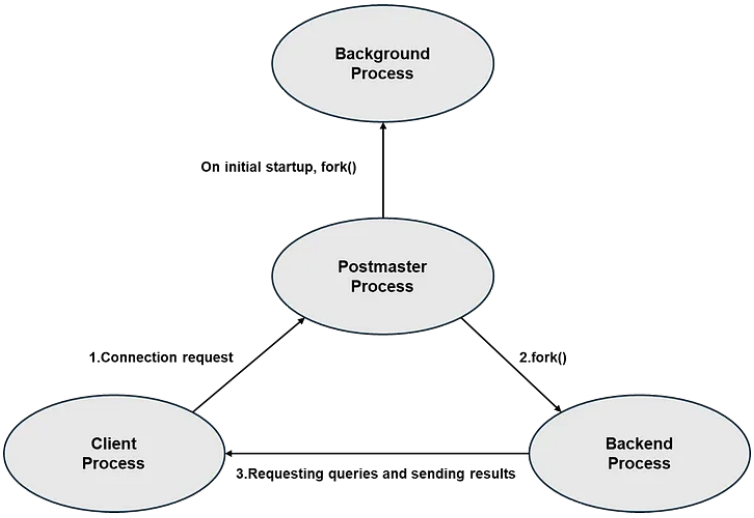
Estrutura Interna do PostgreSQL

Compartilhamento de memória e processos executando no backend



A memória compartilhada (shared memory) é formada por duas partes:
Shared Buffer: é o *buffer pool* cujo objetivo é minimizar o acesso ao disco (I/O). Segue o conceito que grandes porções do buffer tem que serem acessados de forma rápida; minimizar a competição quando acessado por várias transações e páginas mais utilizadas devem ficar mais tempo no buffer.
WAL Buffer: Veremos com detalhes no estudo dos gerenciadores de transação e de recuperação após falha. Nele são armazenadas as atualizações feitas pelas transações, mas que ainda não foram para o disco.

Processos do PostgreSQL



Postmaster process: é o processo executado no boot do SGBD. Ele inicializa as estruturas do postgres (buffers, executa os processos internos, entre outros) e cria os processos de backend das conexões.
Background process (processos internos): todos os processos utilizados pelo PG para garantir o funcionamento do SGBD. Como exemplos desse tipo de processo: coletor de estatísticas, escritor do WAL Buffer e escritor das páginas "sujas" no disco.
Backend process (processos de retaguarda): configurado pelo parâmetro **max_connections** (default 100). Executam as consultas e devolvem os resultados para os clientes. Utilizam basicamente as memórias locais para executarem suas tarefas:

work_mem: espaço utilizado para operações de ordenação, geração de índices. O padrão é 4 MB

maintenance_work_mem: usado para o processo de *vacuum* e criação de índices. Default 64 Mb.

temp_buffers: espaço para armazenar tabelas temporárias. Default 8 Mb.

Organização dos Dados PostgreSQL

Banco de dados:
Composto de múltiplos banco de dados, chamado de **database cluster.**
Após a inicialização do SGBD, três banco de dados são criados: **template0**, **template1** e **postgres**.
template0 e **1** são utilizados como templates para criar os bancos dos usuários (incluindo os catálogos do sistema - dicionário de dados). Após a inicialização do SGBD (programa **initdb**, ambos os templates têm uma lista idêntica de tabelas. Mas o **template1** é o que permite criar os objetos necessários para os usuários. O create database copia o **template1** para o banco a ser criado pelo usuário.
Se acessar o banco **template1** e criar objetos nele, todos os bancos criados herdarão tais objetos.

Tablespaces:
Da mesma forma que o banco de dados, após a inicialização duas *tablespaces* são criadas: **pg_default** e **pg_global**. Como o nome diz, a **pg_default** é a utilizada quando da criação de um objeto em que o usuário não especifica uma tablespace. A **pg_global** é utilizada pelos objetos do PG.
A localização física da **pg_default** é $pastaDadosPG\base (ex.: /var/lib/postgresql/16/base)
A localização física da **pg_global** é $pastaDadosPG\global (ex.: /var/lib/postgresql/16/global)

A pasta /etc/postgresql/<version>/main contém o **postgresql.conf** que é o arquivo de configurações do PG. Ou executar o comando **show config_file;** no prompt do **psql**.
ALTER SYSTEM SET <parâmetro> { **TO** | = } { **value** | **'value'** | **DEFAULT** }, altera algumas das configurações do PG.

Estrutura Tabelas
Uma tabela gera três arquivos no disco (sob a tablespace que está associada): (i) um com os dados sendo o nome formado pelo **OID** na tabela, (ii) outro para armazenar o espaço livre da tabela **OID_fsm**, e (iii) para gerenciar os blocos livres **OID_vm**. Para índices, apenas dois arquivos são criados: **OID** e **OID_fsm**.
Existem um grupo de função com o prefixo **pg_relation_<tipo>(<table>)** que retornam dados sobre uma tabela. <**tipo**>: **filepath** (pasta onde se encontra o arquivo de dados da tabela, o ponto de entrada é a pasta da tablespace da tabela), **filenode** (retorna OID da tabela), **size** (tamanho da tabela - **pg_total_relation_size** retorna o tamanho total ocupado pela tabela e seus agregados). Obs: a função **pg_size_pretty** converte os bytes em um formato mais legível: **pg_size_pretty(pg_relation_size(tabela))** retorna o tamanho da tabela em um formato mais amigável.

Views do Sistema
pg_stat_activity apresenta dados dos processos rodando.
pg_stat_statements (criar a extensão **create extension** e atualizar parâmetro **shared_preload_libraries** no postgresql.conf): auxilia a rastrear as estatísticas de planejamento e execução de todos comandos SQL executados no servidor. Alguns dados: oid do usuário e do banco (userid e bdid), a consulta realizada (query)
pg_database (parecido com **\l** no **plsql**)
pg_class: lista todos os objetos do BD: oid, nome, tipo dono, tablespace, entre outros (aqui tem a relação completa). Atributo **relkind** pode ser r = ordinary table, i = index, S = sequence, t = TOAST table, v = view, m = materialized view, c = composite type, f = foreign table, p = partitioned table, I = partitioned index
Ex.:

```
select oid, relname, reltype, relowner, relfilenode, reltablespace,
        relpages, reltuples, relhasindex, relkind
from pg_class;
```

pg_tablespace - informações sobre as tablespaces
pg_config - configurações de sistema do postgreSQL
pg_file_settings - apresenta um sumário dos parâmetros do servidor incluindo: a pasta dos dados, as configurações de língua, data e moeda, max_connections, entre outros.
pg_indexes: informações sobre os índices existentes no BD. Incluindo o nome da tabela do índice e sua definição.

select indexname, indexdef from pg_indexes where tablename=<tabela>;

pg_locks: lista de objetos bloqueados (atributos database e relation - é retornado o OID, para acessar o nome: **select * from pg_class where oid=OID;**), **locktype** define o tipo de bloqueio utilizado (aqui pode ser encontrado a relação de tipos de bloqueio)
pg_matviews: lista de visões materializadas
pg_user e **pg_roles**: listam os usuários e os papéis existentes
pg_sequences: as sequências criadas
pg_tables: lista alguns dados das tabelas (tablespace, schema, proprietário, se tem índices, triggers ...)

Esquema com o dicionário:

information_schema: é um esquema que armazena o catálogo (dicionário) de um banco de dados. É usado para pesquisar informações sobre os objetos do banco de dados conectado.
information_schema. ->

tables (table_type 'VIEW' ou 'BASE TABLE' - table_schema='public')
columns (tabe_name = <tabela>)
table_constraints (restrições das tabelas)
constraint_column_usage (colunas das restrições das tabelas)

Consultar stored procedures
select prosrc from pg_proc where proname ilike '<procedure|function name>';
-- ilike ignora maiúscula/minúscula (mostra o fonte da stored procedure)
Atributo **prokind** pode ser **p**, **f** ou **a**. Úteis p -> procedure e f -> function

Consultas úteis:

Uso das tabelas e índices com as tuplas retornadas:

```
SELECT
    t.schemaname,t.tablename, c.reltuples::bigint       AS num_rows,
    pg_size_pretty(pg_relation_size(c.oid))             AS table_size,
    psai.indexrelname                                   AS index_name,
    pg_size_pretty(pg_relation_size(i.indexrelid))      AS index_size,
    CASE WHEN i.indisunique THEN 'Y' ELSE 'N' END       AS "unique",
    psai.idx_scan AS number_scans, psai.idx_tup_read AS tuples_read,
    psai.idx_tup_fetch                                  AS tuples_fetched
```

```
FROM          pg_tables t
        LEFT JOIN pg_class c ON t.tablename = c.relname
        LEFT JOIN pg_index i ON c.oid = i.indrelid
        LEFT JOIN pg_stat_all_indexes psai ON i.indexrelid =
                                                    psai.indexrelid
WHERE t.schemaname NOT IN ('pg_catalog', 'information_schema')
ORDER BY 1, 2;
```

Missing indexes (unused indexes):

```
SELECT        relname,  seq_scan - idx_scan AS too_much_seq,
              CASE  WHEN  seq_scan - coalesce(idx_scan, 0) > 0
                THEN 'Missing Index?'
                ELSE 'OK'
              END,
              pg_relation_size(relname::regclass) AS rel_size,
              seq_scan, idx_scan
FROM          pg_stat_all_tables
WHERE               schemaname = 'public'  -- set the right schema
AND           pg_relation_size(relname::regclass) > 80000 -- threshold?
ORDER BY      too_much_seq DESC;
```

Outros:

pg_settings: lista todas as configurações do postgresql.conf (ou show all;) - **pending_restart** indica se o SGBD está esperando reboot para o novo valor do parâmetro ser utilizado.

select version(); - - PG version

Restart progress: sudo systemctl restart postgresql
Locate **postgresql.conf** : **/etc/postgresql\<version>\main**
/etc/postgresql/17/main/

ps aux | grep postgres (shows postgres's processes)

How to track execution statistics of SQL statements:
select * from pg_stat_statements order by total_exec_time desc;
If **pg_stat_statements** does not exist, run **create extension pg_stat_statements;**

Add pg_stat_statements to "shared_preload_libraries" parameter in postgresql.conf