



Escola de Engenharia  
**Universidade do Minho**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA  
**Mestrado Integrado em Engenharia Informática**  
*Laboratórios de Informática III*

# Gestão de Vendas de uma cadeia de Distribuição com 3 filiais **GEREVENDAS**

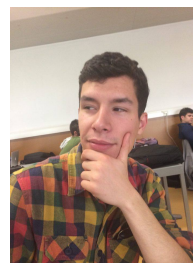
## **Grupo 84**



Célia Figueiredo  
a67637



Gil Gonçalves  
a67738



Humberto Vaz  
a73236



Ricardo Lopes  
a72062

Braga, 27 de Abril de 2016

# 1. Introdução

No âmbito da unidade curricular de Laboratórios de Informática III do 2ºano do curso de MIEI, foi proposto o desenvolvimento de um projeto em linguagem C que tem por objetivo ajudar à consolidação dos conteúdos teóricos e práticos e enriquecer os conhecimentos adquiridos nas UCs de Programação Imperativa, de Algoritmos e Complexidade, e da disciplina de Arquitetura de Computadores.

O Projeto, denominado GereVendas, baseia-se num programa de gestão de hipermercados com 3 filiais que dependem de uma lista de clientes, uma lista de produtos e uma lista de vendas efetuadas. Cada uma destas listas estará num ficheiro .txt e para cada um dos ficheiros o programa percorre o ficheiro, executando operações que permitam guardar estes dados em memória. Para ajudar nesta tarefa repartir-se-á as tarefas em quatro módulos módulos. Estes módulos são: um catálogo de clientes; um catálogo de produtos; um módulo de faturação global; um módulo de gestão de filial.

De forma a preservar o encapsulamento de dados será disponibilizada uma API de forma a que o utilizador apenas possa aceder através destas funções públicas. Depois dos ficheiros serem carregados o utilizador será capaz de executar uma lista de queries previamente fornecida pela equipa docente. Para responder às diferentes queries utilizam-se as funções definidas nas API dos diferentes módulos.

Este projeto considera-se um grande desafio, pelo facto de passarmos a realizar programação em grande escala, uma vez que se tratam de grandes volumes de dados e por isso uma maior complexidade. Nesse sentido, o desenvolvimento deste programa será realizado à luz dos princípios da modularidade (divisão do código fonte em unidades separadas coerentes) e do encapsulamento (garantia de proteção e acessos controlados aos dados).

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Descrição dos Módulos</b>	<b>3</b>
2.1	Catálogo de Clientes . . . . .	4
2.1.1	Clientes.h . . . . .	4
2.2	Catálogo de Produtos . . . . .	5
2.2.1	Produtos.h . . . . .	5
2.3	Faturação Global . . . . .	6
2.3.1	faturacao.h . . . . .	6
2.4	Gestão da Filial . . . . .	8
2.4.1	Filial.h . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Main</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Interface do utilizador</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Resultados e comentários sobre os testes de performance</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Makefile e Grafo de dependências</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Conclusão</b>	<b>18</b>

## 2. Descrição dos Módulos

A arquitetura da aplicação a desenvolver é definida por quatro módulos principais: Catálogo de clientes, Catálogo de produtos, Faturação Global e Vendas por Filial, cujas fontes de dados são três ficheiros de texto detalhados abaixo.

No ficheiro **Produtos.txt** cada linha representa o código de um produto vendável no hipermercado, sendo cada código formado por duas letras maiúsculas e 4 dígitos (que representam um inteiro entre 1000 e 1999), como no exemplo:

```
AB9012
XY1185
BC9190
```

O ficheiro de produtos contém cerca de 200.000 códigos de produto.

No ficheiro **Clientes.txt** cada linha representa o código de um cliente identificado no hipermercado, sendo cada código de cliente formado por uma letra maiúscula e 4 dígitos que representam um inteiro entre 1000 e 5000, segue um exemplo:

```
F2916
W1219
F2915
```

O ficheiro de clientes contém cerca de 20.000 códigos de cliente.

O ficheiro **Vendas\_1M.txt**, no qual cada linha representa o registo de uma venda efectuada numa qualquer das 3 filiais da Cadeia de Distribuição. Cada linha (a que chamaremos compra ou venda, o que apenas depende do ponto de vista) será formada por um código de produto, um preço unitário decimal (entre 0.0 e 999.99), o número inteiro de unidades compradas (entre 1 e 200), a letra **N** ou **P** conforme tenha sido uma compra **Normal** ou uma compra em **Promoção**, o código do cliente, o mês da compra (1 ... 12) e a filial (de 1 a 3) onde a venda foi realizada, como se pode verificar nos exemplos seguintes:

```
KR1583 77.72 128 P L4891 2 1
QQ1041 536.53 194 P X4054 12 3
OP1244 481.43 67 P Q3869 9 1
JP1982 343.2 168 N T1805 10 2
IZ1636 923.72 193 P T2220 4 2
```

O ficheiro de vendas inicial, **Vendas\_1M.txt**, conterà 1.000.000 (1 milhão) de registos de vendas realizadas nas 3 filiais da cadeia de distribuição. Existirão também os ficheiros **Vendas\_3M.txt** e **Vendas\_5M.txt** utilizados para as questões de performance da aplicação.

A aplicação possuiu uma arquitectura tal como apresentado na figura seguinte, em que se identificam as fontes de dados, a sua leitura e os módulos de dados a construir:

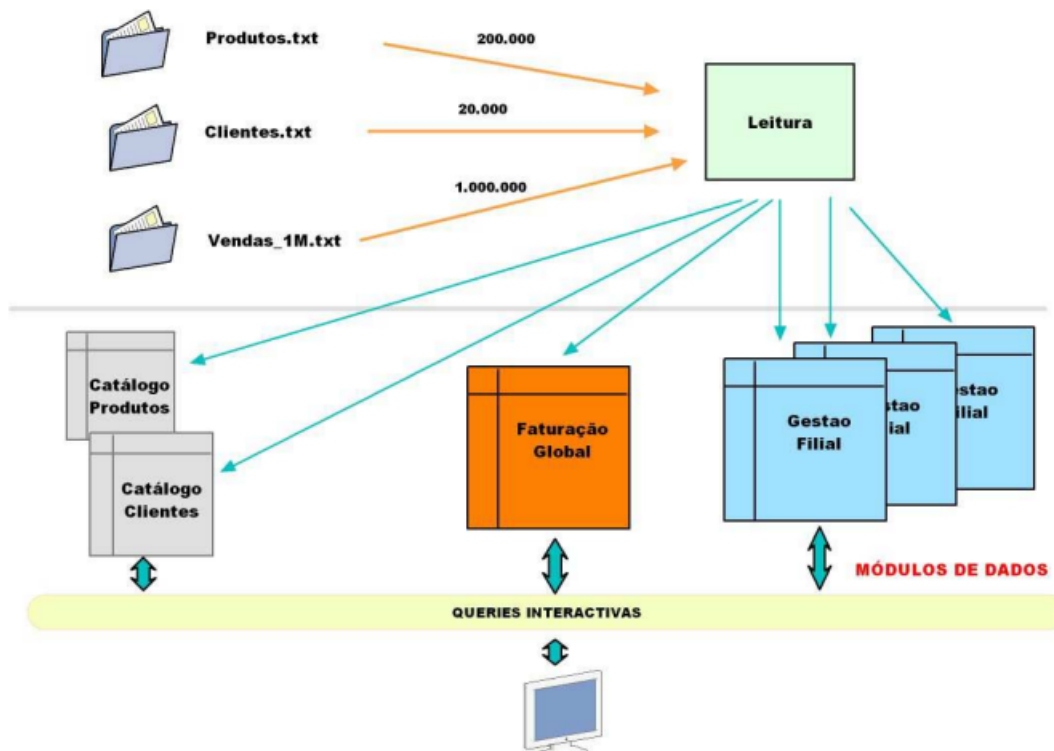


Figura 2.1: Arquitectura da aplicação

## 2.1 Catálogo de Clientes

É o módulo de dados onde são guardados os códigos de todos os clientes do ficheiro **Clientes.txt**, organizados por índice alfabético;

### 2.1.1 Clientes.h

Módulo de dados onde são guardados os códigos de todos os clientes do ficheiro **Clientes.txt**. O array de árvores este que é um array de 26 posições cujos índices se encontram organizados alfabeticamente. Cada índice contém um apontador para uma árvore correspondente à letra respetiva desse índice.

Utilizamos uma estrutura

#### Tipos Opacos

```
typedef struct catalogo_clientes *CatClientes;
```

O typedef no ficheiro **Clientes.h** é a única informação que o utilizador têm relativamente à implementação de dados, não tendo acesso ao ficheiro **.c** dos clientes, não conseguindo conhecer a verdadeira implementação da estrutura AVL. Deste modo garantimos o encapsulamento de dados e a única forma de o utilizador interagir com o catálogo de clientes será através da API;

## clientes.c

```
struct catalogo_clientes{  
ARVORE indices[27];  
};
```

Para guardar os clientes lidos a partir do ficheiro resolvemos usar AVLs, pois executa as operações de inserção, busca e remoção em tempo  $O(\log n)$ , sendo rápida para aplicações que fazem uma quantidade excessiva de procuras, porém esta estrutura é um pouco mais lenta para inserção e remoção. Isso deve-se ao facto de as árvores AVL serem rigidamente balanceadas.

### /\*API\*/

- **CatClientes inicializa\_catalago\_clientes()** - A funcao inicializa\_catalago\_clientes inicializa o modulo (array de 27 posicoes de avls), pondo estes 27 indices a null\*;
- **void insertC(CatClientes c, char \* valor)**- A funcao insertC insere um cliente na sua avl respectiva, isto é, a posicao do array a que corresponde a letra inicial;
- **void cat\_remove\_cliente(CatClientes cat, char \*str)** - A funcao cat\_remove\_cliente remove da respectiva avl o codigo de cliente passado por argumento, fazendo free ao nodo onde este situava;
- **void free\_catalago\_Clientes(CatClientes cat)** - A funcao free\_catalo\_Cliente apaga as 27 avls, fazendo o respectivo free;
- **int existeCliente (char \*cliente,CatClientes cat)** - A funcao existeCliente verifica se um codigo existe na respectiva avl;
- **int numeroClientes(CatClientes cat)** - a funcao numeroClientes conta quantos clientes existem nas avls, usando para isto a funcao generica do modulo avl, avl\_count;
- **int numeroClientesLetra(CatClientes cat, char letra)** - a funcao numeroClientesLetra conta quantos clientes existem comecados por uma determinada letra, para isto só são contados os nodos da avl a que corresponde a posição dessa letra.

## 2.2 Catálogo de Produtos

Módulo de dados onde são guardados os códigos de todos os produtos do ficheiro **Produtos.txt**, organizados por índice alfabético, o que irá permitir, de forma eficaz, saber quais são os produtos cujos códigos começam por uma dada letra do alfabeto e saber quantos produtos são contabilizados.

### 2.2.1 Produtos.h

#### Tipos Opacos

```
typedef struct catalogo_produtos *CatProdutos;
```

Este typedef é a única informação que o utilizador tem relativamente à implementação de dados, não tendo acesso ao ficheiro .c dos produtos não consegue conhecer a verdadeira implementação da estrutura AVL. Assim, garantimos o encapsulamento de dados e a única forma de o utilizador interagir com o catálogo de produtos será através da API.

### **produtos.c**

```
struct catalogo_produtos{
ARVORE indices[27];
};
```

Para guardar os produtos lidos a partir do ficheiro utilizámos uma avl,

#### **/\*API\*/**

- CatProdutos inicializa\_catalogo\_produtos() -
- void insertP(CatProdutos c, char \* valor);
- void cat\_remove\_produto(CatProdutos cat, char \*str);
- void free\_catalogo\_produtos(CatProdutos cat);
- int existeProduto (char \*produto,CatProdutos cat);
- int numeroProdutos(CatProdutos cat);
- int numeroProdutosLetra(CatProdutos cat, char letra);
- ARRAY listaProdutosLetra(CatProdutos cat, char l);

## **2.3 Faturação Global**

Módulo de dados que contém as estruturas de dados responsáveis pela resposta a questões quantitativas que relacionam os produtos às suas vendas mensais, em modo Normal (N) ou em Promoção (P), para cada um dos casos guardando o número de vendas e o valor total de faturação de cada um destes tipos. Este módulo refecencia todos os produtos, mesmo os que nunca foram vendidos, não contém qualquer referência a clientes, mas é capaz de distinguir os valores obtidos em cada filial.

### **2.3.1 faturacao.h**

#### **Tipos Opacos**

```
typedef struct faturacao *Faturacao;
typedef struct info *Info;
```

#### **faturacao.c**

```
struct faturacao{
int totalvendas[12];
float totalfaturado[12];
ARVORE produtos;
};

struct info{
char *code;
```

```

int vendasP[12][3];
int vendasN[12][3];
float faturadoN[12][3];
float faturadoP[12][3];
int quantidadeP[12][3];
int quantidadeN[12][3];
};

```

Para guardar a informação relativa à faturação utilizámos um array de 12 AVLs, pois esta estrutura permite ordenar estruturas complexas de acordo com um método de comparação, separando pelos 12 meses. Como existe ordem alfabética, a AVL permite fazer procura rápida, preservando assim memória.

AVL com informação do número de vendas e o seu valor distinguido por normal ou promoção, ordenada pelo código de produto

#### **/\*API\*/**

- **Faturacao inicializa\_faturacao()** - A função inicializa\_faturacao aloca uma estrutura Faturacao e cria uma avl para os produtos, bem como inicializa os 12 nodos totalvendas e totalfaturado a zero;
- **void cont\_regista\_produto(Faturacao fat, char \*prod)** - A função cont\_regista\_produto, dada a estrutura faturação e um id de produto, insere-o através da função avl\_insert;
- **void cont\_insere\_venda(Faturacao fat, char \*produto, int q, float preco, char M,int mes, int filial)** - A função cont\_insere\_venda, dada a estrutura faturação, atualiza as vendas, quantidades e faturado conforme o produto em questão ser Promoção (P) ou Normal (N);
- **void cont\_remove\_produto(Faturacao fat, char \*produto)** - A função cont\_remove\_produto remove um produto da Faturacao passados ambos por parametro. Inicialmente calcula o id do produto através da função fat\_procura\_info para depois eliminar o produto em questão através da função avl\_delete e logo a seguir faz free ao nodo eliminado através da função free\_info;
- **void free\_faturacao(Faturacao fat)** - A função free\_faturacao elimina todos os nodos da faturacao através da função avl\_destroy e faz free à estrutura faturacao passada por parâmetro;
- **float getTotalFatPFilialX (char\* prod,int mes,Faturacao fat, int filial)** - A função getTotalFatPFilialX vai calcular o total faturado no modo Promoção (P) de um dado produto, num determinado mês e em determinada filial;
- **float getTotalFatNFilialX (char\* prod,int mes,Faturacao fat, int filial)** - A função getTotalFatNFilialX vai calcular o total faturado no modo Normal (N) de um dado produto, num determinado mes e em determinada filial;
- **int getVendasNFilialX (char\* prod,int mes,Faturacao fat, int filial)** - A função getVendasNFilialX calcula o nr de vendas em modo Normal (N) de um produto num determinado mês e filial. Inicialmente vai buscar o produto através do seu id, se o encontrar devolve o nr de vendas nas condições anteriores;



- `int getVendasPFilialX (char* prod,int mes,Faturacao fat, int filial)` - A função `getVendasPFilialX` calcula o nr de vendas em modo Promocao (P) de um produto num determinado mês e filial. Inicialmente vai buscar o produto através do seu id, se o encontrar devolve o nr de vendas nas condições anteriores;
- `int getQuantidadeNFilialX (char* prod,int mes,Faturacao fat, int filial)` - A função `getQuantidadeNFilialX` calcula a quantidade vendida em modo Normal (N) de um determinado produto num dado mês e filial;
- `int getQuantidadePFilialX (char* prod,int mes,Faturacao fat, int filial)` - A função `getQuantidadePFilialX` calcula a quantidade vendida em modo Promoção (P) de um determinado produto num dado mês e filial. Inicialmente vai buscar o nodo do produto através do id do produto e retorna finalmente a quantidade vendida;
- `ARRAY naoCompradosFilial(Faturacao fat, int filial)` - A função `naoCompradosFilial` percorre a estrutura da faturacao numa dada filial em todos os meses através do `Traverser t`, e verifica se este foi ou não comprado, se foi nada faz, se não insere-o num array `a`. No final faz `free` ao `Traverser t` e retorna o novo array;
- `ARRAY naoComprados(Faturacao fat)` - A função `naoComprados` percorre a estrutura da faturacao em todas as filiais e em todos os meses através do `Traverser t`, e verifica se este foi ou não comprado, se foi nada faz, se não insere-o num array `a`. No final faz `free` ao `Traverser t` e retorna o novo array;
- `int totalVendasMeses(Faturacao fat, int a, int b)` - A função `totalVendasMeses` calcula o total de vendas num determinado intervalo de meses;
- `float totalFatMeses(Faturacao fat, int a, int b)` - A função `totalFatMeses` calcula o total faturado num dado intervalo de meses;
- `ARRAY nMaisVendidos(Faturacao fat, int n)` - A função `nMaisVendidos` calcula os `n` produtos mais vendidos de todas as filiais através de um `traverser t`. Inicializa dois arrays `a` e `b` através da função `inicializa_array`. Copia os elementos do tipo `Info` para o array `a`, ordena-o através da função `ordena` e depois devolve o array `b` com os elementos ids dos produtos do array já ordenados;
- `int getQuantidadeFilial(Faturacao fat, char*prod, int filial)` - A função `getQuantidadeFilial` calcula a quantidade vendida de um determinado produto através do seu id de produto numa determinada filial em todos os meses.

## 2.4 Gestão da Filial

Módulo de dados que, a partir dos ficheiros lidos, contém as estruturas de dados adequadas à representação dos relacionamentos, fundamentais para a aplicação, entre produtos e clientes, ou seja, para cada produto, saber quais os clientes que o compraram, quantas unidades cada um comprou, em que mês e em que filial.

Para a estruturação otimizada dos dados deste módulo de dados tivemos em atenção que pretendemos ter o histórico de vendas organizado por filiais para uma melhor análise, nunca esquecendo que existem 3 filiais nesta cadeia.

## 2.4.1 Filial.h

### Tipos Opacos

```
typedef struct filial *Filial;  
typedef struct icliente *Icliente;  
typedef struct iprodutos *Iprodutos;
```

### Filial.c

```
struct filial{  
    ARVORE infoCliente;  
};  
  
struct icliente{  
    char *cliente;  
    int quantidade[12];  
    ARVORE infoprodutos[2];  
};  
  
struct iprodutos{  
    char *prod;  
    int quantidadeT;  
    float gastouT;  
    int quantidade[12];  
    float gastou[12];  
};
```

Estrutura de cliente que contém ....

Estrutura de produtos que contém .....

### /\*API\*/

- Filial inicializa\_filial() - Inicializa a estrutura da filial;
- void fil\_regista\_cliente(Filial fil, char \*cliente) - Insere um cliente na filial;
- void fil\_insere\_prod(Filial fil, char \*cliente, char \*produto, int q, int mes, float preco, char p) - A função fil\_insere\_prod insere um produto comprado por um dado cliente num dado mês, se o produto já tiver sido inserido a quantidade = quantidadeAntiga + quantidadeComprada, aumenta também o dinheiro gasto nesse produto. Senão tiver sido inserido a quantidade = quantidadeComprada e o preco = precoComprado;
- int getQuantidadeMesCliente(Filial fil, char \*cliente, int mes) - A função getQuantidadeMesCliente retorna a quantidade dos produtos comprados por um dado cliente, num dado mês. Para tal, procura um cliente numa dada filial através da função fil\_procura\_cliente, retornando a quantidade comprada desse mês;
- ARRAY naoCompraram(Filial fil) - A função naoCompraram utiliza as funções inicializa\_array e o avl\_t\_alloc, para alocar espaço ao array e para o traverser, que é uma estrutura que contém um apontar para o inicio, contém também um apontador para a árvore onde nos encontramos e uma stack com os restantes elementos, depois usamos a

função `avl_t_init`, para inicializar o traverser com toda a informacao dos clientes que estão na estrutura Filial, depois com a ajuda do função `avl_t_next` percorremos o traverser e à medida que encontramos um cliente vemos se ele comprou ou não, se ele não tiver comprado nada, inserimos esse cliente num array dinâmico, no fim retornamos esse mesmo array;

- **ARRAY compraram(Filial fil)** - A função `compraram` utiliza `avl_t_alloc` para alocar um traverser e `inicializa_array` para inicializar um array dinâmico depois utiliza o `avl_t_next` para percorrer p traverser e sempre que encontra um cliente soma as quantidades de todos os meses e depois compara se a quantidade que ele comprou é maior que zero, se for ele inser no array dinamico no final retorna o array dinâmico
- **void clientesCompraram(Filial fil,ARRAY a)** - A função `clientesCompraram` remove do array todos os clientes que não compraram nenhum produto numa filial passada por parâmetro. Para isso cria um Traverser t percorrido a estrutura dos clientes, somando a quantidade comprada em cada mês, se esta for zero então remove o cliente do array através da função `remove_posição`;
- **void free\_filial(Filial fil)** - A função `free_filial` elimina todos os nodos da filial através da função `avl_destroy` e faz free à estrutura filial passada por parâmetro;
- **ARRAY topMaisGastou(ARRAY a)** - A função `topMaisGastou` irá calcular os 3 produtos que um cliente mais gastou retornando-os num array. Para isso recebe um array de Produtos comprados por um dado cliente, ordena esse array a (passado por parâmetro) e insere as chaves num array b, retornando-o;
- **ARRAY clientesCompraramProduto(Filial fil, char\* produto)** - Retorna a lista de clientes que compraram um determinado produto;
- **int comprouProdutoN(Filial fil, char\* cliente, char\* produto)** - A função `comprouProdutoN` recebe com argumentos uma filial, cliente e um produto, ambos válidos, inicializa `icliente`, inicializa `iproductos` para inicializar um cliente e um produtos, depois utiliza o `avl_find` para encontrar o cliente e o produto dentro dos produtos que o cliente comprou, se o cliente não tiver comprado esse produto em normal retorna zero, se o tiver comprado retorna 1;
- **int comprouProdutoP(Filial fil, char\* cliente, char\* produto)** - A função `comprouProdutoP` recebe com argumentos uma filial, cliente e um produto, ambos válidos, inicializa `icliente`, inicializa `iproductos` para inicializar um cliente e um produtos, depois utiliza o `avl_find` para encontrar o cliente e o produto dentro dos produtos que o cliente comprou, se o cliente não tiver comprado esse produto em promoção retorna zero, se o tiver comprado em promoção retorna 1;
- **int getNumClientesFilial(Filial fil, char\* produto)** - diz quantos clientes compraram um determinado produto;
- **void getIProdMes(Filial fil, char\* cliente, int mes, ARRAY a)** - Para um dado cliente e para um mês, inser a informacao, dos produtos que o cliente comprou nesse mês numa dada filial;
- **ARRAY extraiPorQuantidade(ARRAY a,int mes)** - Devolve uma lista de produtos mais comprados, por quantidade, de um dado mês;

- **void removeNaoCompraram(Filial fil, ARRAY a)** - A função removeNaoCompraram recebe como parametro um array dinâmico e uma filial, com informação lá dentro, depois com a função get\_tamanho vai buscar o tamanho de um array, depois com o inicializa\_icliente inicializa um cliente que irá ser retirado do array, de seguida com a função avl\_find encontra esse cliente na filial e retorna a informação desse cliente. Por fim percorre soma a quantidade comprada dos meses todos, se essa quantidade for igual a zero remove do array dinâmico;
- **void removeCompraram(Filial fil, ARRAY a)**- A função removeCompraram, dado um array a com informação dos clientes, recorre à funcao inicializa\_icliente para inicializar o cliente da posição i, depois usa o avlfind para procurar esse cliente que foi inicializado e depois compara se ele comprou em normal ou em promocao, se ele tiver comprado remove do array.

### 3. Main

O programa é controlado pelo ficheiro leitura.c. Este que invoca as funções que estão inseridas no ficheiro querie.c este que carrega os ficheiros de produtos, clientes e vendas em variáveis do tipo FILE, também é responsável pela interação com o utilizador.

Depois, são usadas funções derivadas dos vários módulos para carregar os ficheiros em memória nas devidas estruturas. Após a colocação em memória, é chamada a função auxiliar querie, que servirá para selecionar a querie que o utilizador pretende executar. Escolhida a querie, com o auxílio de um switch, temos acesso a funções que invocam a função que faz exatamente o que a querie pede e mostra ao utilizador os resultados pretendidos.

## 4. Interface do utilizador

Quando o utilizador executa o programa é-lhe pedido que escolha qual o documento de texto que pretende analisar, como podemos observar na figura seguinte:

```
=====
Ficheiros disponiveis:
1 - Ficheiro de Vendas 1 milhao
2 - Ficheiro de Vendas 3 milhoes
3 - Ficheiro de Vendas 5 milhos
=====
Escolha ficheiro
```

**Figura 4.1:** Escolha do ficheiro de vendas a analisar

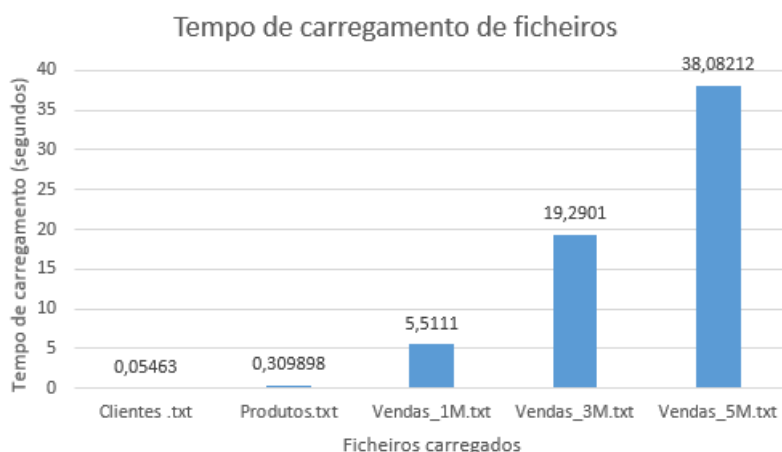
O ficheiro é carregado e de seguida aparece um menu com 12 opções, referentes às 12 queries do projeto, sendo que decidimos usar o [0] para sair do GereVendas. O objetivo é que o utilizador prima a tecla correspondente à opção do menu pretendida.

```
Terminal
=====
GereVendas >> MENU PRINCIPAL
1 - Carregar ficheiros.
2 - Produtos que iniciam por uma dada letra.
3 - Número total facturado de um dado produto num respectivo mês.
4 - Lista dos produtos que ninguém comprou.
5 - Total de produtos comprados de um dado cliente.
6 - Número de vendas e o total faturado de um dado intervalo de meses.
7 - Clientes que compraram em todas as filiais.
8 - Clientes que compraram um determinado produto numa determinada filial.
9 - Produtos comprados por um cliente num mês (ordenados por quantidade).
10 - N produtos mais vendidos.
11 - Os 3 produtos que um cliente mais dinheiro gastou.
12 - Numero de clientes que nunca compraram e produtos nunca comprados.
=====
BEM-VINDO                                0 - Sair
=====
Escolha uma opcao > |
```

**Figura 4.2:** Menu principal da aplicação

## 5. Resultados e comentários sobre os testes de performance

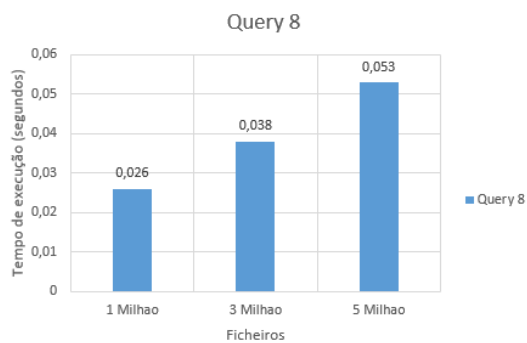
Depois de desenvolver e codificar todo o projeto foi-nos proposto realizar alguns testes de performance que consistem em comparar os tempos de execução das queries 8, 9, 10, 11 e 12 usando os ficheiros Vendas\_1M.txt ( 1000 000 vendas), Vendas\_3M.txt (3 milhões de vendas) e Vendas\_5M.txt (5 milhões de vendas). Uma vez que a quantidade de vendas vai aumentando de ficheiro para ficheiro é aceitável que os tempos de carregamento para os módulos aumente.



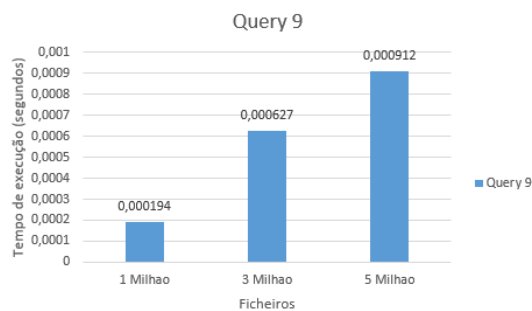
**Figura 5.1:** Gráfico do tempo de carregamento dos ficheiros de clientes, produtos e os 3 ficheiros de vendas

Verificou-se que os tempos de carregamento dos ficheiros Clientes.txt e Produtos.txt para os diferentes módulos mantiveram-se quase constantes.

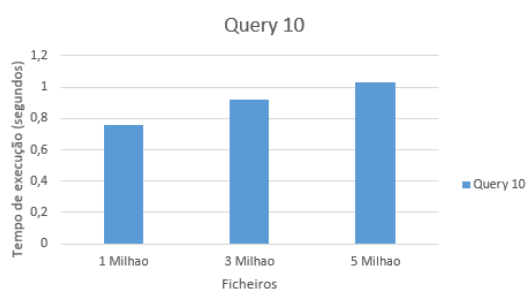
Comparando os valores de execução das queries pretendidas, como podemos observar nos respetivos gráficos apresentados abaixo, verificamos que os tempos dos carregamentos dos módulos aumentam conforme o tamanho do ficheiro de vendas, este que era um resultado esperado.



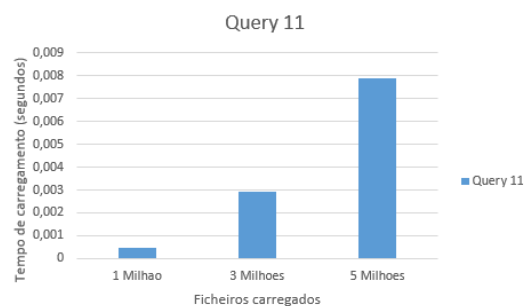
**Figura 5.2:** Tempos de execução da querie 8 para a filial 1 e o produto GI1298



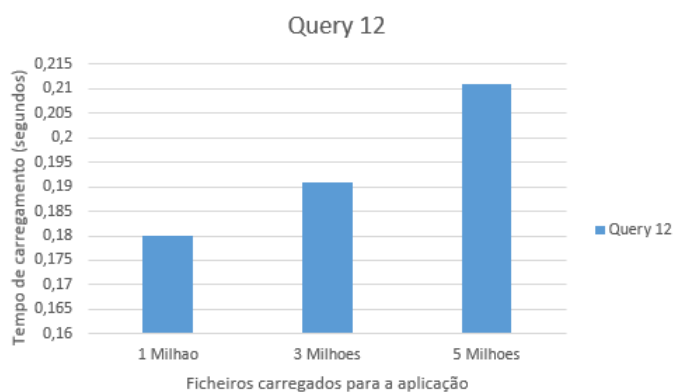
**Figura 5.3:** Tempos de execução da querie 9 para o cliente Z5000 para o mês 1



**Figura 5.4:** Tempos de execução da querie 10, para os 10 produtos mais vendidos



**Figura 5.5:** Tempos de execução da querie 11 para o cliente Z5000

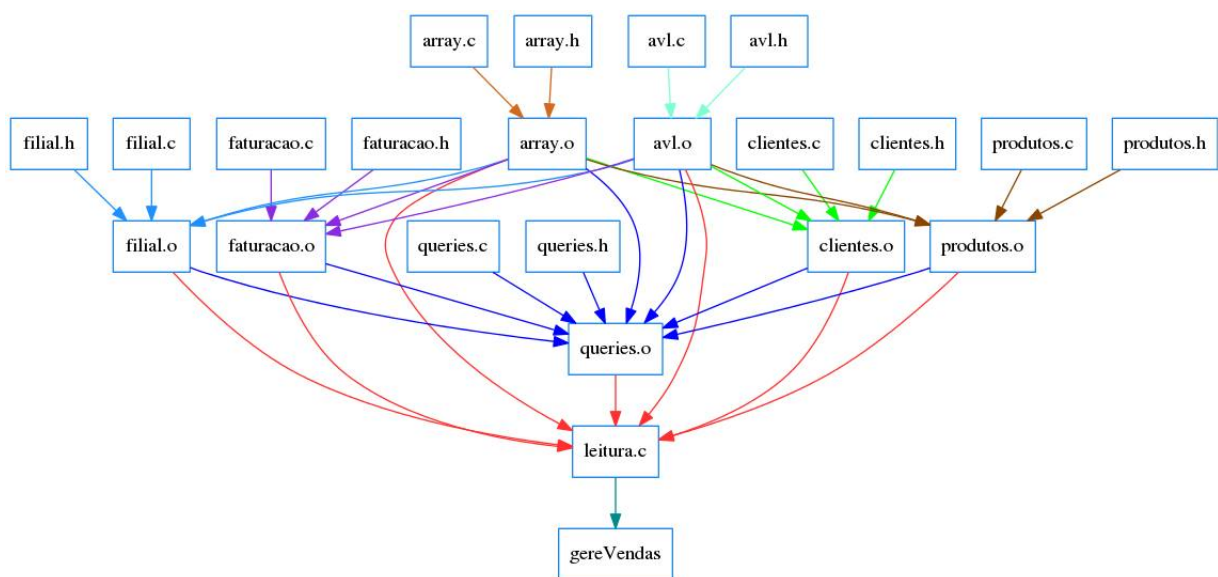


**Figura 5.6:** Gráfico do tempo de carregamento da querie 12 - nr de clientes que nunca compraram e produtos nunca comprados



## 6. Makefile e Grafo de dependências

A makefile permite correr todo o software escrevendo apenas “*make*” no terminal. Posto isto, apresenta-se a makefile utilizada cujas flags utilizadas como opção de compilação são `-Wall -Wextra -ansi -pedantic -O2`. Possui ainda a opção “*make clean*” que elimina todos os “.o” que foram criados quando se compilou o software.



**Figura 6.1:** Grafo de dependências

```
objects = array.o avl.o clientes.o faturacao.o filial.o \
produtos.o queries.o
```

```
CFLAGS=-Wall -ansi -pedantic -O2
```

```
all:
make clean
make produtos
make array
make avl
make clientes
make faturacao
make filial
make queries
make leitura
```

```

leitura: src/leitura.c array.o avl.o clientes.o faturacao.o filial.o
produtos.o queries.o
gcc src/leitura.c array.o avl.o clientes.o faturacao.o filial.o
produtos.o queries.o $(CFLAGS) -o gereVendas -lm

queries: src/queries.c src/headers/queries.h
gcc src/queries.c -c $(CFLAGS)

clientes: src/clientes.c src/headers/clientes.h
gcc src/clientes.c -c $(CFLAGS)

produtos: src/produtos.c src/headers/produtos.h
gcc src/produtos.c -c $(CFLAGS)

array: src/array.c src/headers/array.h
gcc src/array.c -c $(CFLAGS)

faturacao: src/faturacao.c src/headers/faturacao.h
gcc src/faturacao.c -c $(CFLAGS)

filial: src/filial.c src/headers/filial.h
gcc src/filial.c -c $(CFLAGS)

avl: src/avl.c src/headers/avl.h
gcc src/avl.c -c $(CFLAGS)

.PHONY : clean
clean :
rm -f gereVendas
rm -f $(objects)
rm -f gesval

```

## 7. Conclusão

Uma vez que se tratou de um trabalho de uma dimensão já considerável comparando com o que estávamos habituados envolveu utilização de técnicas particulares e tivemos sempre como objetivo que este trabalho fosse concebido de modo a que seja facilmente modificável, e seja, apesar da complexidade, o mais optimizado possível a todos os níveis.

Inicialmente, tivemos dificuldades nas AVLs pois estávamos a fazer uma AVL para cada módulo. Depois de alguns problemas com o seu balanceamento, acabamos por apostar na utilização da biblioteca standard AVL da GNU, que nos facilitou não só o carregamento dos ficheiros em memória, mas também na realização de algumas queries, devido ao vasto conjunto de úteis funções que a biblioteca contém, evitando assim a repetição de código.