Laboratórios de Informática III (LI3)

LEI – 2º ano – 2º semestre – Universidade do Minho – 2014/2015

F. Mário Martins, António Luís de Sousa

Projecto de C: GESTHIPER

Gestão de Produtos, Clientes e Compras de um Hipermercado

1.- Introdução e Objectivos.

O projecto de C da disciplina de LI3 de LEI tem por objectivo fundamental ajudar à consolidação experimental dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos nas UCs de Programação Imperativa, onde foi leccionado o paradigma imperativo de programação usando a linguagem C, de Algoritmos e Complexidade, onde foram leccionadas as mais importantes estruturas de dados e respectivos algoritmos associados à sua manipulação, e da disciplina de Arquitectura de Computadores, na qual questões de optimização de código foram salientadas.

Os objectivos deste trabalho (e de LI3) não se restringem apenas a aumentar os conhecimentos dos alunos na linguagem C, o que seria até questionável, mas, e talvez fundamentalmente, apresentar aos alunos, de forma pragmática, quais os desafios que se colocam a quem concebe e programa aplicações software (em qualquer linguagem), quando passamos a realizar a designada **programação em larga escala**, ou seja, aplicações com grandes volumes de dados e com mais elevada complexidade algorítmica e estrutural.

De facto, quando passamos para tais patamares de complexidade, torna-se imperioso conhecer e usar os melhores princípios da Engenharia de Software, de modo a que tais projectos de software, em geral realizados por equipas, possam ser concebidos com melhor estrutura, de modo a que sejam mais facilmente modificáveis, e sejam, apesar da complexidade, o mais optimizados possível a todos os níveis.

Para que tal seja possível teremos que introduzir **novos princípios de programação**, mais adequados à programação em grande escala, designadamente:

- Modularidade e encapsulamento de dados;
- Criação de código reutilizável;
- Escolha optimizada das estruturas de dados e reutilização;
- Testes de *performance* e até *profiling*.

Este projecto, a desenvolver em trabalho de grupo (de no máximo 3 alunos), visa a experimentação e aplicação destas práticas de desenvolvimento de software usando a linguagem C (mas que são extensíveis a outras linguagens e paradigmas).

2.- Requisitos do programa a desenvolver.

O projecto a desenvolver em **C** (usando **gcc**), de nome **GESTHIPER**, tem como fonte de dados três ficheiros de texto disponibilizados no BB da disciplina.

No ficheiro FichProdutos.txt **cada linha** representa o **código de um produto** vendável no hipermercado, sendo cada código formado por duas letras maiúsculas e 4 dígitos, cf. os exemplos,

SO6315
ZX3085
HO2918

O ficheiro de produtos conterá 200.000 códigos de produto.

No ficheiro FichClientes.txt **cada linha** representa o **código de um cliente** identificado do hipermercado, sendo cada código de cliente formado por duas letras maiúsculas e 3 dígitos, cf. os exemplos:

BP803
DS377
FH922

O ficheiro de clientes conterá 20.000 códigos de cliente.

O ficheiro que será a maior fonte de dados do projecto designa-se por Compras.txt, no qual **cada linha** representa o **registo de uma compra** efectuada no hipermercado. Cada linha (ou registo de compra) será formada por um código de produto, um preço unitário decimal, o número inteiro de unidades compradas, a letra N ou P conforme tenha sido uma compra Normal ou uma compra em Promoção, o código do cliente e o mês (1 .. 12) da compra, cf. os exemplos seguintes:

WJ3256 4.72 2 N AF651 10
QS7713 6.6 3 P FY106 3
UO4148 0.96 2 P BS944 12
ZO3863 13.24 4 P EU953 8
NE4370 17.25 1 P CP641 8
BF9686 0.31 3 N BU471 11
ZT8680 20.77 5 P AL332 5

O ficheiro de compras inicial, Compras.txt, conterá 500.000 registos de compras.

Para todos os efeitos, não se deve considerar que todas as linhas foram "bem formadas" pelo programa que as criou. Assim, cada linha deverá ser validada e tal registo apenas ser aceite se for válido.

Em termos estritamente numéricos, teremos portanto um ficheiro com 500 mil registos, que regista as compras de um número garantidamente elevado de clientes (no máximo 20.000 mas em geral menos) num universo máximo de 200.000 produtos (mas em geral menos pois há sempre produtos que ninguém compra).

Independentemente do volume de dados, importantes serão as decisões quanto à forma do seu armazenamento em memória em função do que pretendermos realizar com tais dados.

2.1.- Arquitectura da aplicação.

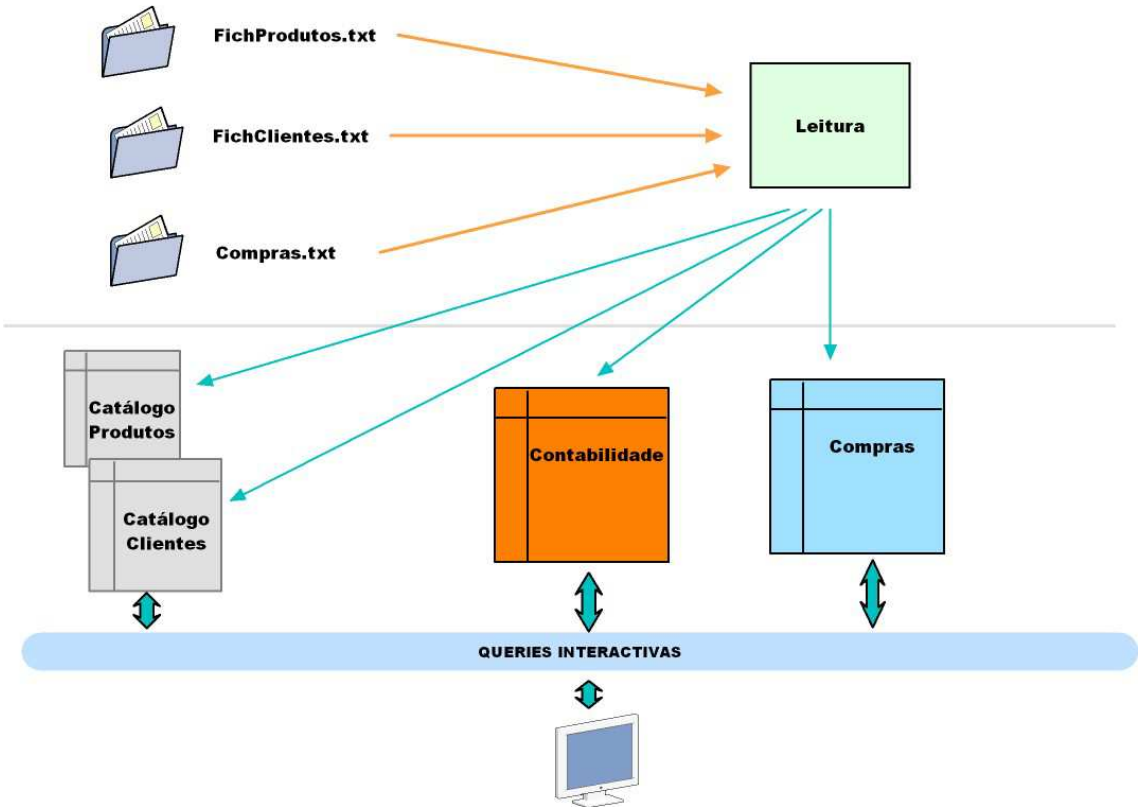
No sentido de se deixar desde já uma orientação de base quanto à arquitectura possível da aplicação a desenvolver, pretende-se de facto que a aplicação possua uma arquitectura na qual, tal como apresentado na figura seguinte, se identifiquem de forma clara as fontes de dados, a sua leitura e os módulos de dados a construir:

- **Leitura:** função ou parte do código de `main()` no qual é realizada a leitura (e tratamento) dos dados dos 3 ficheiros;
- **Catálogo de Produtos:** módulo de dados onde deverão ser guardados os códigos de todos os produtos do ficheiro **FichProdutos.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, quantos são, etc.;
- **Catálogo de Clientes:** módulo de dados onde deverão ser guardados os códigos de todos os clientes do ficheiro **FichClientes.txt**, organizados também por índice alfabético;
- **Contabilidade:** módulo de dados que irá conter as estruturas de dados responsáveis pela resposta eficiente 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

facturação de cada um deles. Este módulo deve referenciar todos os produtos, mesmo os que nunca foram vendidos.

- **Compras:** módulo de dados que, a partir dos ficheiros lidos, conterá 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 e em que mês. Para a estruturação optimizada dos dados deste módulo de dados será crucial analisar as *queries* que a aplicação deverá implementar.

Teremos assim, a seguinte arquitectura do projecto.



2.2.- Queries interactivas.

Tendo sido apresentada a arquitectura genérica da aplicação, a efectiva estruturação de cada um dos módulos depende, naturalmente, da funcionalidade esperada de cada um deles. Tal é, naturalmente, completamente dependente das *queries* (consultas) que a aplicação deve implementar para o utilizador final.

Vamos nesta secção apresentar todas as funcionalidades que o utilizador da aplicação deve poder invocar, ou seja, toda a funcionalidade que a aplicação deverá implementar.

Deste modo, e fornecida que foi uma arquitectura de referência, deixa-se ao critério dos grupos de trabalho a concepção das soluções, módulo a módulo e seguindo os princípios de criação de módulos de dados apresentados, que satisfaçam a implementação de cada uma das *queries* que podem ser realizadas pelo utilizador e, até, a sua adequada estruturação sob a forma de menus, etc.

Deve notar-se, desde já, que estamos claramente a realizar **programação em larga escala** e com grandes volumes de dados sem apoio de Bases de Dados. Assim, por exemplo uma simples consulta de todos os códigos de produtos começados pela letra A poderá gerar uma lista com milhares de códigos, que será necessário saber apresentar ao utilizador, ou seja, programando os adequados mecanismos de navegação na solução de dados obtida a partir do módulo adequado e a apresentar no programa principal (ou numa qualquer sua função).

Assim, e sem qualquer ordem em particular, o **GESTHIPER** deve ser capaz de dar ao utilizador respostas eficazes às seguintes questões que deverão ser organizadas numa estrutura de menus apropriada:

1. Ler os 3 ficheiros (Produtos, Clientes e Compras), cujos nomes poderão ser introduzidos pelo utilizador ou, opcionalmente, assumidos por omissão (sendo neste caso os ficheiros anteriormente referidos). O resultado desta leitura deverá ser a apresentação imediata ao utilizador do nome do ficheiro lido e o número total de linhas lidas e validadas. Uma nova leitura destes ficheiros deverá de imediato reiniciar e refazer as estruturas de dados em memória;
2. Determinar a lista e o total de produtos cujo código se inicia por uma dada letra (maiúscula); Apresentar tal lista ao utilizador e permitir que o mesmo navegue na mesma, sendo tal lista apresentada por ordem alfabética;
3. Dado um mês e um código de produto válidos, determinar e apresentar o número total de vendas em modo N e em modo P, e o total facturado com esse produto em tal mês ;
4. Determinar a lista de códigos de produtos (e o seu número total), que ninguém comprou;
5. Dado um código de cliente, criar uma tabela com o número total de produtos comprados, mês a mês (para meses em que não comprou a entrada deverá

ficar a 0). A tabela deverá ser apresentada em ecrã. O utilizador deverá ter a opção de guardar tal tabela num ficheiro de texto;

6. Determinar a lista de todos os códigos de clientes iniciados pela letra dada como parâmetro (maiúscula ou minúscula deverá ser indiferente);
7. Dado um intervalo fechado de meses, por exemplo [2..6], determinar o total de compras registadas nesse intervalo e o total facturado;
8. Dado um código de produto, determinar os códigos (e número total) dos clientes que o compraram, distinguido entre compra N e compra P;
9. Dado um código de cliente e um mês, determinar a lista de códigos de produtos que mais comprou, por ordem descendente;
10. Determinar a lista de códigos de clientes que realizaram compras em todos os meses do ano;
11. Criar um ficheiro em formato CSV (compatível com Excel), contendo para cada mês em que há compras registadas, o número de compras realizadas e o número total de clientes que realizaram tais compras, satisfazendo assim o formato final exemplo (com linha de cabeçalho):

```
"Mês","#Compras","#Clientes"
"1","35080","12010"
"2","22670","10190"
....
"12","56769","17310"
```

12. Criar uma lista dos N produtos mais vendidos em todo o ano, indicando o número total de clientes e o número de unidades vendidas;
13. Dado um código de cliente determinar quais os 3 produtos que mais comprou durante o ano;
14. Determinar o número de clientes registados que não realizaram compras bem como o número de produtos que ninguém comprou.

3.- Testes de performance.

Depois de desenvolver e codificar todo o seu projecto tendo por base o ficheiro **Compras.txt**, deverá realizar alguns testes de *performance* e apresentar os respectivos resultados. Pretende-se comparar os tempos de execução das *queries* 8, 9 e 12, usando os ficheiros, **Compras1.txt** (1 milhão de compras) e **Compras3.txt (3 milhões de compras)**. Todos os ficheiros serão fornecidos numa pasta disponibilizada via BB.

4.- Requisitos para a codificação final.

A codificação final deste projecto deverá ser realizada usando a linguagem C e o compilador **gcc**. O código fonte deverá compilar sem erros usando o *switch* **-ansi**. Podem também ser utilizados *switches* de optimização. Para a correcta criação das *makefiles* do projecto aconselha-se a consulta do utilitário **GNU Make** no endereço **www.gnu.org/software/make.**

Qualquer utilização de bibliotecas de estruturas de dados em C deverá ser sujeita a prévia validação por parte da equipa docente. Não são aceitáveis bibliotecas genéricas tais como LINQ e outras semelhantes.

O código final de todos os grupos será sujeito a uma análise usando a ferramenta **JPlag**, que detecta similaridades no código de vários projectos, e, quando a percentagem de similaridade ultrapassar determinados níveis, os grupos serão chamados a uma clara justificação para tal facto.

5.- Apresentação do projecto e Relatório.

O projecto será submetido por via electrónica num *site* do DI a indicar oportunamente (bem como o formato da pasta e a data e hora limite de submissão). Tal *site* garantirá quer o registo exacto da submissão quer a prova da mesma a quem o submeteu (via e-mail). Tal garantirá extrema segurança para todos.

O código submetido na data de submissão será o código efectivamente avaliado. A *makefile* deverá gerar o código executável, e este deverá executar correctamente. Projectos com erros de *makefile*, de compilação ou de execução serão de imediato rejeitados.

Para além do código do projecto, cada grupo deverá elaborar um relatório no qual descreverá o projecto e todas as suas decisões de concepção do mesmo, designadamente:

- Descrição de cada módulo em termos de API (.h), respectivas estruturas de dados (apresentar um desenho destas) e justificação para a escolhas das mesmas;
- Arquitectura final da aplicação e razões para tal modularidade;
- Complexidade das estruturas e optimizações realizadas;
- Resultados dos testes realizados.

O relatório será entregue aquando da apresentação presencial do projecto e servirá de guião para a avaliação do mesmo.

A avaliação presencial do projecto implica a presença de todos os membros do grupo de trabalho, sob pena de reprovação imediata em caso de ausência injustificada. Para além da análise e avaliação da solução em termos estruturais e de eficácia de execução, e do relatório, alguma avaliação individual poderá ser realizada quando tal se justificar.

Uma avaliação final inferior a 10 valores neste primeiro projecto implica a reprovação imediata à UC de LI3.

Todas as questões adicionais deverão ser esclarecidas ao longo das aulas junto da equipa docente.

F. Mário Martins