Na aula de hoje

- Processamento de Arquivos
  - Escrita
  - Leitura
  - Ponteiros de Posição
  - Arquivos de Acesso Aleatório
  - Exemplos

Arquivos e Persistência de Dados

- O armazenamento em variáveis e vetores é temporário;
- **Arquivos** são utilizados para **persistência de dados**
  - A retenção permanente de grandes volumes de dados.
- Uma maneira comum de organizar dados em arquivos é a sequencial
  - Grupos de arquivos relacionados são frequentemente armazenados em **bancos de dados**.

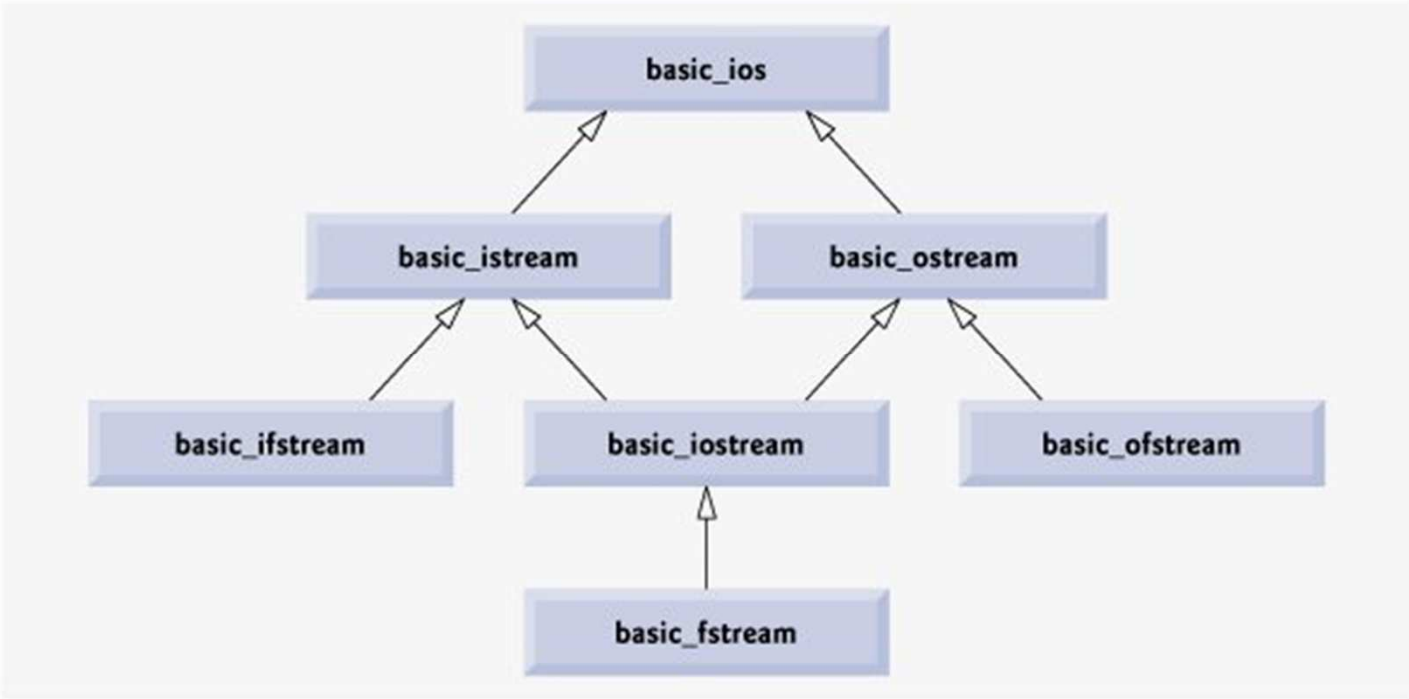
Arquivos

- Em C++, um arquivo é uma sequência de *bytes*
  - O final de cada arquivo é indicado pelo **marcador de fim de arquivo**;
  - Quando um arquivo é aberto, um objeto é criado e um fluxo de dados associado a ele.
- Para realizarmos o processamento de arquivos, é necessário incluir os cabeçalhos **<iostream>** e **<fstream>**
  - *basic_ifstream*: Leitura de arquivos;
  - *basic_ofstream*: Escrita em arquivos;
  - *basic_fstream*: Leitura e escrita de arquivos.

Arquivos

- As classes listadas anteriormente são base para uma especialização do tipo *char*:
  - *ifstream*;
  - *ofstream*;
  - *fstream*.
- Um arquivo é manipulado através de objetos de uma destas especializações
  - Derivam das classes *basic_istream*, *basic_ostream* e *basic_iostream*;
  - Logo, todos os métodos, operadores e manipuladores também pertencem às classes bases e podem ser utilizados pelos arquivos.

Arquivos


basic_ios
basic_istream
basic_ostream
basic_ifstream
basic_iostream
basic_ofstream
basic_fstream

Escrita

Escrita

- Vejamos um exemplo de programa que lê um número de conta, o nome de um cliente e seu saldo em relação a uma empresa de crédito
  - Utilizaremos um arquivo sequencial de somente escrita;
  - O programa supõe que o usuário digitará os três dados sempre na mesma ordem.

Exemplo - Escrita

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>
#include <fstream> // fluxo de arquivo
using namespace std; // gera a saída do fluxo do arquivo

int main()
{
   // construtor ofstream abre arquivo
   ofstream outClientFile( "clients.dat", ios::out );

   // fecha o programa se não conseguir criar arquivo
   if ( !outClientFile ) // operador ! sobrecarregado
   {
      cerr << "O arquivo não pode ser aberto" << endl;
      exit( 1 );
   }
```

Exemplo - Escrita

```
cout << "Informe a conta, o nome e o saldo." << endl
     << "Fim de arquivo para terminar a entrada.\n? ";

  int account;
  char name[ 30 ];
  double balance;

  // lê conta, nome e saldo a partir de cin, então coloca no arquivo
  while ( cin >> account >> name >> balance )
  {
     outClientFile << account << ' ' << name << ' ' << balance << endl;
     cout << "? ";
  }

  return 0; // destrutor ofstream fecha o arquivo
}
```

Saída

```
Informe a conta, o nome e o saldo.
Fim de arquivo para terminar a entrada
 ? 100 Jones 24.98
 ? 200 Doe 345.67
 ? 300 White 0.00
 ? 400 Stone -42.16
 ? 500 Rich 224.62
 ? ^Z
```

fim-de-arquivo

Sistema Operacional	Combinação do Teclado
Unix/Linux/Mac OS X	<ctrl + d> (sozinho em uma linha)
Windows	<ctrl + z> (algumas vezes seguido de enter)
VAX (VMS)	<ctrl + z>

Escrita

- No construtor, passamos dois argumentos
  - O nome do arquivo e o modo de abertura
    - ***ios::out*** para escrever os dados no arquivo, todo o conteúdo anterior é descartado;
    - Se o arquivo não existir, será criado;
    - ***ios::app*** para adicionar os dados ao conteúdo anterior do arquivo.

Arquivos

Modo de Abertura	Descrição
ios::app	Adiciona os dados ao final do arquivo.
ios::ate	Abre o arquivo para escrita e se posiciona no final do arquivo. Dados podem ser escritos em qualquer posição do arquivo.
ios::in	Abre um arquivo para leitura.
ios::out	Abre um arquivo para escrita.
ios::trunc	Descarta o conteúdo de um arquivo, caso ele exista (esta é a ação padrão do ios::out).
ios::binary	Abre um arquivo para leitura ou escrita binária (não texto).

Arquivos

- Os modos de abertura podem ser combinados com o operador de bits OR (|).

- Por exemplo, se for necessário abrir um arquivo "dados.bin" no modo binário para adicionar dados, poderíamos fazer como no trecho de código abaixo:

```
ofstream outClientFile;
outClientFile.open( "dados.bin", ios::out | ios::app | ios::binary );
```

Arquivos

- Note que um objeto *ofstream* pode ser criado sem ser associado a um arquivo
  - Posteriormente, podemos utilizar o método *open()* para associar o objeto a um arquivo.

```
ofstream outClientFile;
outClientFile.open( "clients.dat", ios::out );
```

Arquivos

- O destrutor de um objeto *ofstream* fecha o arquivo
  - No entanto, é possível fechar o arquivo explicitamente, utilizando o método close()

```
outClientFile.close();
```

Leitura

Leitura

- Vejamos agora um exemplo de programa que lê os dados escritos no arquivo do exemplo anterior
  - Novamente, o construtor recebe o nome do arquivo e o modo de leitura como argumentos

Exemplo - Leitura

```
#include <iostream>
#include <fstream> // fluxo de arquivo
#include <iomanip>
#include <string>
#include <cstdlib>
using namespace std;

void outputLine( int, const string, double ); // protótipo

int main()
{
   // construtor ifstream abre o arquivo
   ifstream inClientFile( "clients.dat", ios::in );

   // fecha o programa se ifstream não pôde abrir o arquivo
   if ( !inClientFile )
   {
      cerr << "O arquivo não pode ser aberto" << endl;
      exit( 1 );
   }
```

Exemplo - Leitura

```
   int account;
   char name[ 30 ];
   double balance;

   cout << left << setw( 10 ) << "Conta" << setw( 13 )
      << "Nome" << "Saldo" << endl << fixed << showpoint;

   // exibe cada registro no arquivo
   while ( inClientFile >> account >> name >> balance )
      outputLine( account, name, balance );

   return 0; // destrutor ifstream fecha o arquivo
} // fim de main

// exibe um registro do arquivo
void outputLine( int account, const string name, double balance )
{
   cout << left << setw( 10 ) << account << setw( 13 ) << name
        << setw( 7 ) << setprecision( 2 ) << right << balance << endl;
}
```

Saída

```
Conta      Nome        Saldo
100        Jones       24.98
200        Doe        345.67
300        White        0.00
400        Stone      -42.16
500        Rich       224.62
```

Leitura

- A leitura sequencial do arquivo é realizada pelo laço *while*
  - Quando o final do arquivo for atingido, será retornado ***null***, que é convertido para ***false*** e termina o laço.

Ponteiros de Posição

Ponteiros de Posição

- Para ler sequencialmente de um arquivo, os programas normalmente começam do início, e lêem os dados até o final do arquivo
  - Pode ser necessário processar sequencialmente várias vezes um mesmo arquivo;
  - Ambos *istream* e *ostream* fornecem métodos para reposicionar o **ponteiro de posição** no arquivo a ser lido ou escrito.

Ponteiros de Posição

Ponteiro	Classe	Tipo	Descrição
seekg (long pos)	*istream*	*get pointer*	Indica a posição (em *bytes*) do arquivo em que o próximo dado será lido.
seekp (long pos)	*ostream*	*put pointer*	Indica a posição (em *bytes*) do arquivo em que o próximo dado será escrito.

Ponteiros de Posição

- O argumento para o método ***seekg*** normalmente é um *long*
  - Um segundo argumento pode ser especificado para indicar a direção
    - *ios::beg* – posicionamento relativo ao início do arquivo;
    - *ios::cur* – posicionamento relativo à posição atual;
    - *ios::end* – posicionamento relativo ao final do arquivo.
- As mesmas operações podem ser realizadas utilizando-se o método *seekp* da classe *ostream*.

Ponteiros de Posição

```
// posiciona no n-ésimo byte do arquivo (assume ios::beg)
fileObject.seekg( n );

// posiciona n bytes à frente da posição atual
fileObject.seekg( n, ios::cur );

// posiciona n bytes antes do fim do arquivo
fileObject.seekg( n, ios::end );

// posiciona no fim do arquivo
fileObject.seekg( 0, ios::end );
```

Ponteiros de Posição

- Os métodos ***tellg*** e ***tellp*** retornam a posição atual dos ponteiros ***get*** e ***put***, respectivamente

```
long location = fileObject.tellg();
```

Arquivos de Acesso Aleatório

Arquivos de Acesso Aleatório

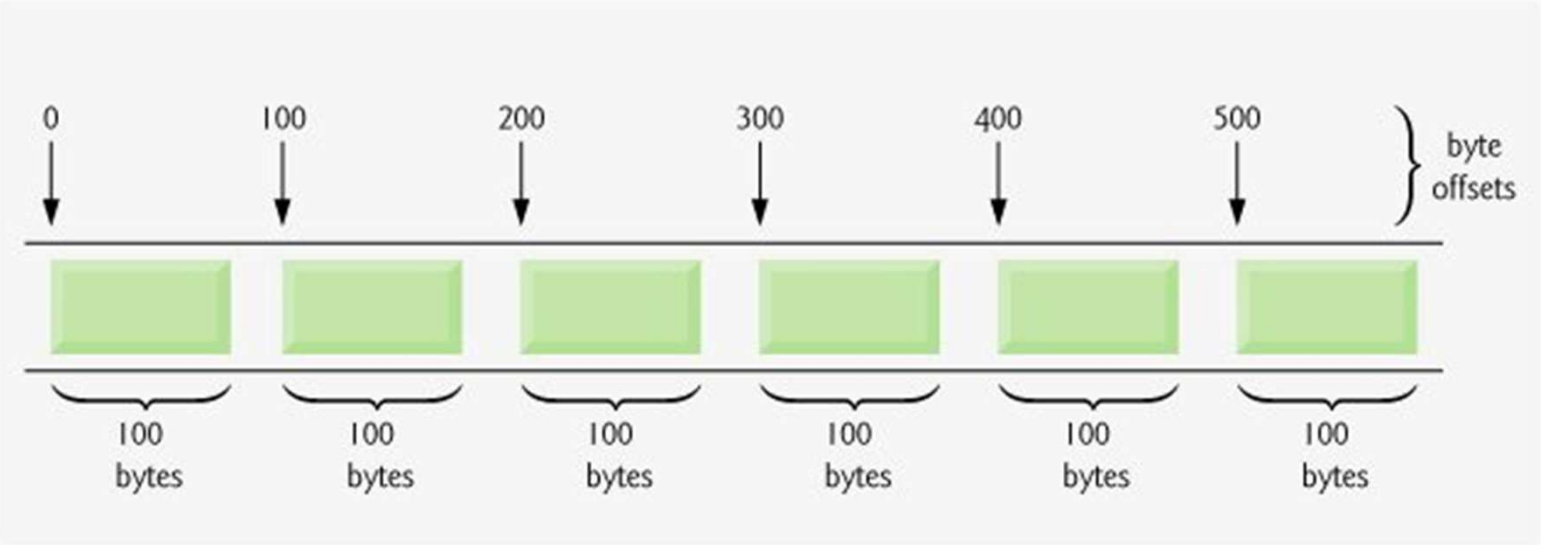
- Atualizar os dados de um arquivo sequencial não é tarefa fácil
  - Por exemplo, se temos um nome abreviado e queremos atualizá-lo para escrita por extenso, os próximos dados do arquivo podem ser corrompidos:

```
PUC - GO
Goiania - Goias
-----------------------------------
Pontifícia Universidade Católica
de Goias- Goias
```

Arquivos de Acesso Aleatório

- C++ não impõe um formato fixo para os arquivos
  - Logo, o acesso instantâneo não é adequado.
- Quaisquer aplicações que exijam este tipo de acesso (normalmente sistemas de processamento de transações) devem utilizar **arquivos de acesso aleatório**
  - A aplicação deve criar um formato fixo para o arquivo
    - Como por exemplo, obrigar que todos os campos de um arquivo tenham tamanhos fixos;
    - Desta forma, é fácil determinar quantos dados serão "pulados" em uma operação.

Arquivos de Acesso Aleatório



Arquivos de Acesso Aleatório

- Dados podem ser inseridos em arquivos de acesso aleatório sem destruir os outros dados do arquivo;
- Dados anteriores também podem ser atualizados ou removidos sem a necessidade de reescrever todo o arquivo.

Arquivos de Acesso Aleatório

- O método ***write()*** da classe ***ostream*** escreve um número fixo de *bytes*, a partir de uma determinada posição
  - Quando o fluxo é uma arquivo, a posição é determinada pelo ponteiro de posição *put*.
- O método ***read()*** da classe ***istream*** lê um número fixo de *bytes*, a partir de uma determinada posição
  - Quando o fluxo é uma arquivo, a posição é determinada pelo ponteiro de posição *get*.

Arquivos de Acesso Aleatório

- Ao escrevermos um número inteiro em um arquivo, ao invés de fazermos:

```
outFile << number;
```

- Podemos fazer:

```
outFile.write(reinterpret_cast< const char *>
              (&number), sizeof(number));
```

Arquivos de Acesso Aleatório

- A segunda opção sempre escreverá o inteiro como binário de 4 *bytes*
  - O primeiro parâmetro é tratado como um grupo de *bytes*
    - Um ponteiro para *const char* possui apenas um *byte*.
  - A partir deste ponto, o método *write*() imprime a quantidade de bytes expressa pelo segundo argumento, um inteiro.
- Subsequentemente, o método *read()* pode ser utilizado para ler os quatro *bytes*.

Arquivos de Acesso Aleatório

- Claramente, na maioria das vezes, o primeiro parâmetro não será um ponteiro para ***const char***
  - Desta forma, é necessário realizar a conversão através do operador ***reinterpret_cast***
    - Converte o tipo do ponteiro, não do valor apontado.

Exemplos

Exemplos

- Nos exemplos a seguir, consideraremos o seguinte contexto:
  - Um programa deve ser capaz de armazenar até 100 registros de tamanho fixo para uma companhia que pode ter até 100 clientes;
  - Cada registro consiste de um número de conta (que serve como chave), sobrenome, primeiro nome e saldo;
  - O programa deve ser capaz de atualizar uma conta, inserir uma nova conta, remover uma conta e imprimir todas as contas em um arquivo de texto formatado.

Exemplos

- Veremos 3 exemplos
  - O primeiro mostra as definições da classe utilizada e um *main()* simples, que escreve o conteúdo de um objeto em um arquivo binário de acesso aleatório;
  - O segundo exemplo escreve os dados para um arquivo e utiliza os métodos **seekp** e **write** para armazenar os dados em posições específicas do arquivo;
  - O terceiro exemplo lê os dados do arquivo de acesso aleatório e imprime somente os registros que contém dados.

ClientData.h

```
#include <string>
using namespace std;

class ClientData
{
public:
   // construtor ClientData padrão
   ClientData( int = 0, string = "", string = "", double = 0.0 );

   // funções de acesso para accountNumber
   void setAccountNumber( int );
   int getAccountNumber() const;
```

ClientData.h

```
   // funções de acesso para lastName
   void setLastName( string );
   string getLastName() const;

   // funções de acesso para firstName
   void setFirstName( string );
   string getFirstName() const;

   // funções de acesso para balance
   void setBalance( double );
   double getBalance() const;
private:
   int accountNumber;
   char lastName[ 15 ];
   char firstName[ 10 ];
   double balance;
};
```

ClientData.cpp

```
#include <string>
using namespace std;
#include "ClientData.h"

// construtor ClientData padrão
ClientData::ClientData( int accountNumberValue, string lastNameValue, string
firstNameValue, double balanceValue )
{
   setAccountNumber( accountNumberValue );
   setLastName( lastNameValue );
   setFirstName( firstNameValue );
   setBalance( balanceValue );
}

// obtém o valor do número da conta
int ClientData::getAccountNumber() const
{
   return accountNumber;
}
```

ClientData.cpp

```
// configura o valor do número da conta
void ClientData::setAccountNumber( int accountNumberValue )
{
   accountNumber = accountNumberValue; // deve validar
}

// obtém o valor do sobrenome
string ClientData::getLastName() const
{
   return lastName;
}

// configura o valor do sobrenome
void ClientData::setLastName( string lastNameString )
{
   // copia no máximo 15 caracteres da string para lastName
   const char *lastNameValue = lastNameString.data();
   int length = lastNameString.size();
   length = ( length < 15 ? length : 14 );
   strncpy( lastName, lastNameValue, length );
   lastName[ length ] = '\0'; // acrescenta caractere nulo ao sobrenome
}
```

ClientData.cpp

```
// obtém o valor do nome
string ClientData::getFirstName() const
{
   return firstName;
}

// configura o valor do nome
void ClientData::setFirstName( string firstNameString )
{
   // copia no máximo 10 caracteres da string para firstName
   const char *firstNameValue = firstNameString.data();
   int length = firstNameString.size();
   length = ( length < 10 ? length : 9 );
   strncpy( firstName, firstNameValue, length );
   firstName[ length ] = '\0'; // acrescenta o caractere nulo a firstName
}
```

ClientData.cpp

```
// obtém o valor do saldo
double ClientData::getBalance() const
{
   return balance;
}

// configura o valor do saldo
void ClientData::setBalance( double balanceValue )
{
   balance = balanceValue;
}
```

Exemplo 1

driverClientData.cpp

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <cstdlib>
using namespace std;
#include "ClientData.h" // Definição da classe ClientData

int main()
{
   ofstream outCredit( "credit.dat", ios::binary );

   // fecha o programa se ofstream não pôde abrir o arquivo
   if ( !outCredit )
   {
      cerr << "File could not be opened." << endl;
      exit( 1 );
   }
```

driverClientData.cpp

```
ClientData blankClient; // construtor zera, ou apaga, cada membro de dados

   // gera a saída de 100 registros em branco no arquivo
   for ( int i = 0; i < 100; i++ )
      outCredit.write( reinterpret_cast< const char * >( &blankClient ),
         sizeof( ClientData ) );

   return 0;
}
```

Exemplo 1

- Neste exemplo, 100 objetos vazios foram escritos no arquivo:
  - O número da conta é sempre 0;
  - Os nomes são as *string* vazia "";
  - O saldo é 0.0.
- Cada registro é inicializado com a quantidade de espaços vazios correspondente aos dados armazenados;
- Observe que o programa trata o tamanho de cada *string*, para evitar que exceda o tamanho do campo a ser escrito no arquivo.

Exemplo 2

driverClientData.cpp

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <fstream>
#include <cstdlib>
using namespace std;
#include "ClientData.h" // definição da classe ClientData

int main()
{
   int accountNumber;
   char lastName[ 15 ];
   char firstName[ 10 ];
   double balance;

   fstream outCredit( "credit.dat", ios::in | ios::out | ios::binary );

   // sai do programa se fstream não puder abrir o arquivo
   if ( !outCredit )
   {
      cerr << "File could not be opened." << endl;
      exit( 1 );
   }
```

driverClientData.cpp

```
cout << "Enter account number (1 to 100, 0 to end input)\n? ";

// requer que usuário especifique o número da conta
ClientData client;
cin >> accountNumber;

// o usuário insere informações, que são copiadas para o arquivo
while ( accountNumber > 0 && accountNumber <= 100 )
{
   // o usuário insere o sobrenome, o nome e o saldo
   cout << "Enter lastname, firstname, balance\n? ";
   cin >> setw( 15 ) >> lastName;
   cin >> setw( 10 ) >> firstName;
   cin >> balance;

   // configura valores de accountNumber, lastName, firstName e balance
   client.setAccountNumber( accountNumber );
   client.setLastName( lastName );
   client.setFirstName( firstName );
   client.setBalance( balance );
```

driverClientData.cpp

```
      // busca posição no arquivo de registro especificado pelo usuário
      outCredit.seekp( ( client.getAccountNumber() - 1 ) *
         sizeof( ClientData ) );

      // grava as informações especificadas pelo usuário no arquivo
      outCredit.write( reinterpret_cast< const char * >( &client ),
         sizeof( ClientData ) );

      // permite ao usuário inserir outra conta
      cout << "Enter account number\n? ";
      cin >> accountNumber;
   }

   return 0;
}
```

Exemplo 2

- Note que o arquivo foi aberto para leitura e escrita em binário
  - Diferentes modos de abertura podem ser combinados na abertura do arquivo, separados por |.

Exemplo 2

- Cada conta possui uma posição predeterminada no arquivo
  - A conta 1 é a primeira;
  - A conta 100 é a última.
- Uma conta não é colocada fora de sua posição
  - Mesmo que as contas 1 e 2 não existam, a conta 3 é colocada na terceira posição.
- O ponteiro *put* é posicionado no arquivo de acordo com o número da conta

```
(client.getAccountNumber() - 1) * sizeof(ClientData)
```

Exemplo 3

driverClientData.cpp

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <fstream>
#include <cstdlib>
using std::exit;
#include "ClientData.h" // definição da classe ClientData

void outputLine( ostream&, const ClientData & ); // protótipo

int main()
{
   ifstream inCredit( "credit.dat", ios::in );
   // fecha o programa se ifstream não puder abrir o arquivo
   if ( !inCredit )
   {
      cerr << "File could not be opened." << endl;
      exit( 1 );
   }
   cout << left << setw( 10 ) << "Account" << setw( 16 )
      << "Last Name" << setw( 11 ) << "First Name" << left
      << setw( 10 ) << right << "Balance" << endl;
```

driverClientData.cpp

```
   ClientData client; // cria registro

   // lê o primeiro registro do arquivo
   inCredit.read( reinterpret_cast< char * >( &client ),
      sizeof( ClientData ) );

   // lê todos os registros do arquivo
   while (!inCredit.eof() )
   {
      // exibe o registro
      if ( client.getAccountNumber() != 0 )
         outputLine( cout, client );

      // lê o próximo registro do arquivo
      inCredit.read( reinterpret_cast< char * >( &client ),
         sizeof( ClientData ) );
   }

   return 0;
}
```

driverClientData.cpp

```
// exibe um único registro
void outputLine( ostream &output, const ClientData &record )
{
   output << left << setw( 10 ) << record.getAccountNumber()
      << setw( 16 ) << record.getLastName()
      << setw( 11 ) << record.getFirstName()
      << setw( 10 ) << setprecision( 2 ) << right << fixed
      << showpoint << record.getBalance() << endl;
}
```

Saída

Account	Last Name	First Name	Balance
29	Brown	Nancy	-24.54
33	Dunn	Stacey	314.33
37	Barker	Doug	0.00
88	Smith	Dave	258.34
96	Stone	Sam	34.98

Exemplo 3

- Novamente, no método *read*() é necessário realizar a conversão do ponteiro para *const char*
- Enquanto não for o final do arquivo, determinado pelo método ***eof()***, continuamos a ler do arquivo sequencialmente
  - Se a conta possuir número zero, significa que o registro está vazio, e portanto, não há dados.

Exemplo 3

- A função *outputLine*() recebe como primeiro parâmetro uma referência de objeto da classe *ostream*
  - Pode ser um arquivo ou mesmo o *cout*;
  - A mesma função pode ser utilizada para imprimir na saída padrão ou em um arquivo.
- Note que, devido à forma em que o arquivo foi escrito, a leitura dos dados é realizada de forma ordenada em relação ao número da conta
  - A mesma idéia da escrita pode ser utilizada para ler um determinado registro de acordo com o número da conta, pulando todos os demais com o ponteiro de posição.

Perguntas?

FIM