



**PCS3111**

**Laboratório de Programação  
Orientada a Objetos para  
Engenharia Elétrica**

**Aula 10: Persistência de objetos**

# Agenda

1. Persistência de informações
2. Persistência em arquivos
3. Acesso a arquivos em C++
4. Tratamento de Erros

# Ciclo de vida de um objeto

- Objetos são temporários
  - Fechamento do escopo (alocação estática)
  - delete (alocação dinâmica)
  - Fim do programa
- Nem sempre é possível manter todos os objetos em memória
- Como fazer para que um programa *lembre dos* objetos ao executá-lo novamente?
  - Persistência
    - Arquivo (XML, CSV, formato próprio etc.)
    - Banco de dados (várias opções)

# Persistência

- O que persistir?
  - Considere objetos da seguinte classe

Aluno
nome: string numeroUSP: int status: int
Aluno(nome: string, numeroUSP: int) getNome() getNumeroUSP() ativar() jubilar() desativar() getStatus() ~Aluno()

# Persistência

- Qual a classe **mais adequada** para fazer a persistência?
- Problemas de usar a própria classe
  - Coesão
    - Responsabilidades do objeto X *Gestão* de objetos
  - Dependência a uma forma de persistência
    - Lógica de persistência misturada à lógica da classe
- Solução
  - Desacoplar a persistência da classe: usar uma classe específica para isso

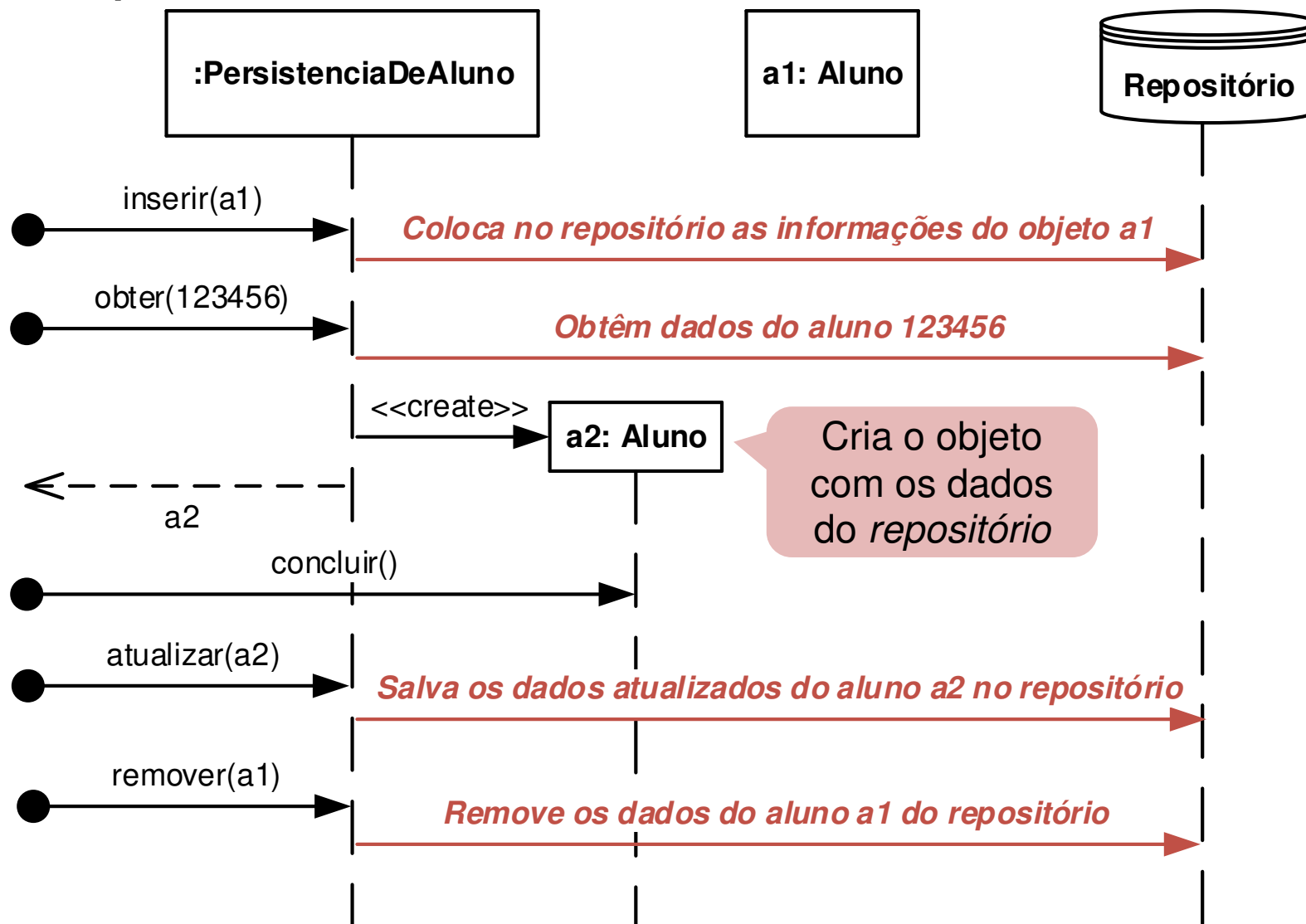
# Classe de Persistência

- *Em geral* definem-se os seguintes métodos
  - `inserir (<Objeto>)`
    - Insere um objeto
  - `remover(<Objeto>)` ou `remover(identificador)`
    - Remove um determinado objeto
  - `atualizar(<Objeto>)`
    - Atualiza os dados de um objeto
  - `obter()` ou `obter(dados de pesquisa)`
    - Obtêm *todos* os objetos
    - Obtêm algum objeto específico → pesquisa

Não é obrigatório ter **todos** esses métodos. Deve-se **analisar** o que é necessário.

# Classe de Persistência

## ■ Exemplo



# Conclusão

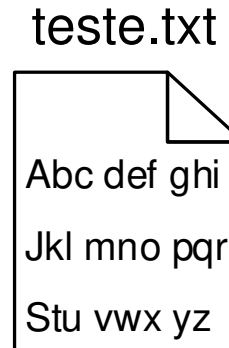
- A forma de persistência deve ser *transparente*
  - Pode ser um formato próprio, XML, CSV, BD, etc.
- Existem vários outros detalhes
  - Formas de melhorar o desempenho
  - Persistir valores de atributos que são *objetos*
  - Persistir objetos de classes que tem classes pais
  - Lidar com vários objetos representando o mesmo objeto persistido
    - De uma forma geral, evite isso!
- Existem bibliotecas que podem cuidar da persistência de objetos



# Persistência em arquivos

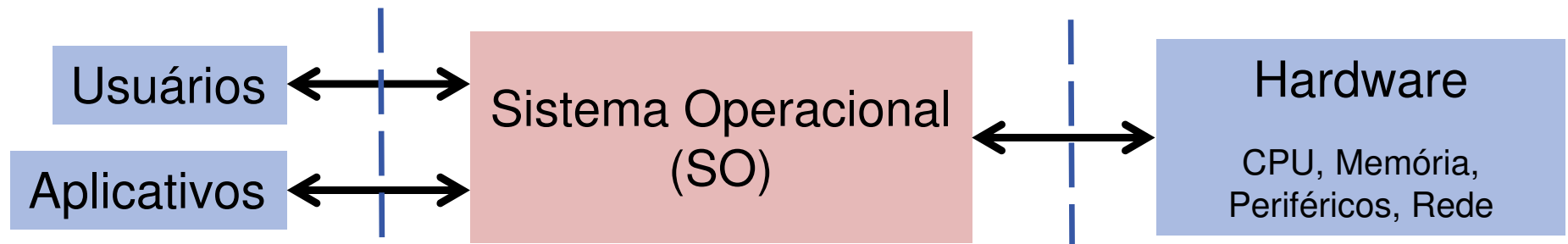
# Arquivo

- Faremos a persistência em **arquivo**
- Arquivo: noção intuitiva
  - Sequência de *bytes*
  - Armazenamento não-volátil
  - Identificados por uma *string* (nome do arquivo)
- São armazenados em um hardware
  - *Exemplo*: disco rígido, drive USB e CD/DVD
  - Os detalhes da manipulação de arquivos são de responsabilidade do **sistema operacional**



# Sistema Operacional

- Camada de software que fornece serviços básicos de forma a unificada a *processos*
  - Obs.: processo  $\approx$  programa em execução



- Disponibiliza uma API para operações sobre arquivos
  - API: *Application Programming Interface*

# Sistema Operacional

- Comunicação para o uso de um arquivo
  1. O **processo** requisita ao **SO** a **abertura** de um arquivo
  2. O **SO** abre o arquivo e devolve ao **processo** um **identificador** do arquivo aberto
  3. O **processo** pede ao **SO** uma **operação** (leitura / escrita) utilizando o identificador
  4. O **processo** requisita ao **SO** o **fechamento** do arquivo
    - Importância do fechamento
      - Algumas mudanças podem não ter sido efetuadas *ainda*
      - Número limitado de arquivos que podem ser abertos por um processo
      - É possível permitir que o arquivo só seja usado por um processo por vez

# Modo de Leitura e Escrita

## ■ Texto

- Informações codificadas em texto
- Decodificação automática de caracteres
- Suporte a leitura de linhas e palavras
- Compreensível pelo ser humano

## ■ Binário

- Informações codificadas em *bytes* (similar a memória)
- Leitura e escrita rápidas
- Comuns em mídias (imagens, sons, vídeos, etc.)

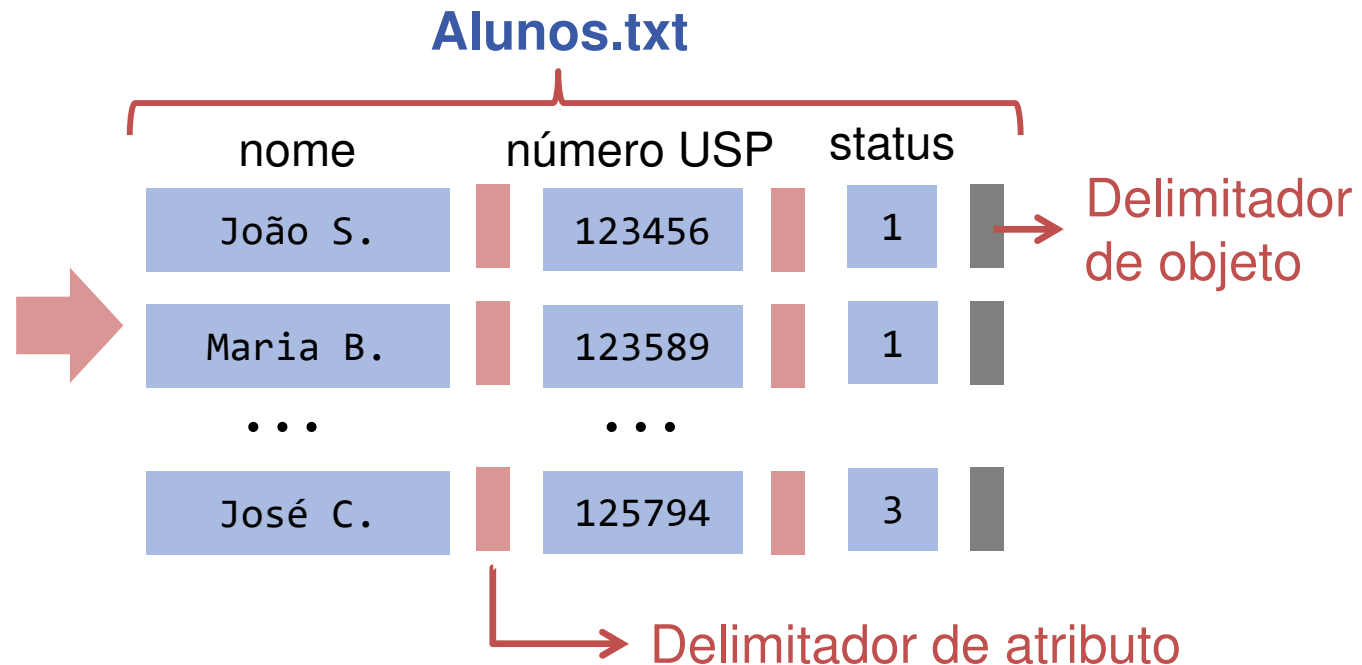
# Persistência de Objetos em Arquivo

- Para persistir objetos em **arquivo texto** o programador deve manipular o arquivo
  - Escrever os **atributos** relevantes de cada objeto
  - Recriar os objetos a partir dos **dados** escritos
- Necessário definir um **formato** para o arquivo
  - Ordem dos dados
  - Delimitador para os dados
    - Conseguir diferenciar onde termina um dado e começa outro
  - Outras codificações que forem necessárias
    - *Exemplo*: código para dizer qual é o **tipo** da classe

# Persistência de Objetos em Arquivo

- *Exemplo:* um vetor de Alunos

Aluno
nome: string numeroUSP: int status: int
Aluno(nome: string, numeroUSP: int) getNome() getNumeroUSP() ativar() jubilar() desativar() getStatus() ~Aluno()



- O que usar como delimitador de objeto ou de atributo?
  - Depende do dado e da facilidade de processar!

# **Acesso a arquivos em C++**



# Stream

- Em C++ arquivos são manipulados como **streams**
  - Fonte/destino de dados
- A **entrada e saída padrão** também são streams
  - Necessário `#include <iostream>` e `using namespace std`
    - `cin` → Entrada Padrão (teclado) (lê-se: “c” in)
    - `cout` → Saída Padrão (tela) (lê-se: “c” out)
    - `cerr` → Saída de Erro (lê-se: “c” err)
    - `clog` → Saída de Log (lê-se: “c” log)
  - `cin` é um objeto do tipo `istream`
  - `cout`, `cerr` e `clog` são objetos do tipo `ostream`

# Manipulação de arquivo

- Similar à manipulação da entrada/saída padrão
  - Necessário `#include <fstream>`
    - Objetos `ifstream` para leitura (derivados de `istream`)
    - Objetos `ofstream` para escrita (derivados de `ostream`)
  - Existem algumas *pequenas diferenças*
    - Declaração de variável
    - **Abertura** e **fechamento** do arquivo
    - Tratamentos de erros de leitura e escrita

EX01

```
7  ifstream input;  
8  input.open("dados.txt");  
9  
10 int x;  
12 input >> x;  
...  
15 input.close();
```

Abertura

```
19 ofstream output;  
20 output.open("dados.txt");  
21  
22 output << 10 << " " << "Teste";  
23  
24 output.close();
```

Fechamento

# Abertura de arquivo

## ■ Formato geral

- `in_or_out_stream.open(arquivo, parâmetros)`

Optional



Parâmetros (múltiplos possíveis usando " ")	Significado
<code>ios_base::app</code>	( <b><u>app</u></b> end) escritas no final de arquivo
<code>ios_base::ate</code>	( <b><u>at e</u></b> nd) move para final após abertura
<code>ios_base::binary</code>	( <b><u>binary</u></b> ) modo binário
<code>ios_base::in</code>	( <b><u>in</u></b> put) operações de leitura
<code>ios_base::out</code>	( <b><u>out</u></b> put) operações de escrita
<code>ios_base::trunc</code>	( <b><u>trunc</u></b> ate) apaga conteúdo atual do arquivo

- Os parâmetros `in` e `out` são automáticos para `ifstream` e `ofstream` respectivamente
- Se o arquivo não existir, ele é criado ao **abrir** o `ofstream`

# Fechamento de Arquivos

- Um arquivo pode ser desconectado de um programa chamando o método `close()`

```
2  #include <fstream>
3
4  using namespace std;
5
6  int main() {
7      ifstream input;
8      input.open ("dados.txt");
9      ...
15     input.close();
```

```
19     ofstream output;
20     output.open ("dados.txt");
21     ...
24     output.close();
25 }
```

EX01

- Observações
  - **Não usaremos ponteiros** para entrada e saída de arquivos por causa da forma de leitura e escrita
  - O método `close` é chamado automaticamente ao fechar o escopo (pelo destrutor)

# Leitura e Escrita

- Usa-se o >> e <<, como no cin e cout

```
7  ifstream input;  
8  input.open ("dados.txt");  
9  
10 int x;  
11 input >> x;  
12 string y;  
13 input >> y;  
14  
15 input.close();
```

```
19 ofstream output;  
20 output.open ("dados.txt");  
21  
22 output << 10 << " " << "Teste";  
23  
24 output.close();
```

EX01

Colocando espaço como  
separador

- Cuidados

- O padrão usa **espaço/tab/enter** como delimitador para leitura
  - Se for necessário ler uma string que tem espaço, pode-se usar o `getline` (vide material extra da Aula 5)
- Na escrita não é colocado nenhum separador por padrão

# Observações

- O local do arquivo pode ser indicado usando caminho (*path*) **absoluto** ou **relativo**
  - **Absoluto**: endereço completo
    - Exemplo (windows): "C:\\\\PCS3111\\\\Aula10\\\\Teste.txt"
  - **Relativo**: endereço a partir do local de execução do programa
    - Exemplo: "Teste.txt"
      - É o arquivo "Teste.txt" na pasta em que se está executando o programa.

# Tratamento de erros

# Tratamento de Erros

- Erros ao se trabalhar com arquivos
  - Arquivo não existe
  - Fim de arquivo
  - Erro na leitura
    - *Exemplo*: string quando esperava inteiro
  - Erro no dispositivo



# Tratamento de Erros

- Baseado na verificação de estado
  - *Muito antes de C++ incorporar exceções*
- Estado composto por 4 bits (mais de um *bit* pode estar ativo)
  - *goodbit*: sem erros
    - (Qualquer um dos demais bits é considerado erro)
  - *eofbit*: fim de arquivo encontrado em operações de leitura
  - *failbit*: falha na leitura de um valor; erro lógico
  - *badbit*: erro no dispositivo de E/S

**Dica:** pode-se recuperar de um *failbit* mas não de um *badbit*

# Tratamento de Erros

## ■ Métodos auxiliares

	<code>good()</code>	<code>eof()</code>	<code>fail()</code>	<code>bad()</code>
<code>goodbit == 1</code>	1	0	0	0
<code>eofbit == 1</code>	0	1	X	X
<code>failbit == 1</code>	0	X	1	X
<code>badbit == 1</code>	0	X	1	1

## • Observações

- Conversão automática para *bool* ajuda a verificar erros
- A variável `ifstream` pode ser usada diretamente para verificar se `failbit == 0 && badbit == 0`
- EOF **depende da operação feita no stream** (e não da próxima)
  - Se há um `\n` depois do último valor, o *eofbit* ainda será 0; ao tentar ler o *eofbit* e o *failbit* ficarão em 1

# Exemplo – Média

```
7  ifstream entrada;
8  entrada.open ("numeros.txt");
9
10 if (entrada.fail() ) {
11     cout << "Arquivo nao encontrado"
12         << endl;
13     entrada.close();
14     return 1;
15 }
16 double x, total = 0;
17 int quantidade = 0;
18
19 entrada >> x;
20 while (entrada) {
21     total = total + x;
22     quantidade++;
23     entrada >> x;
24 }
25
26 if (!entrada.eof()) {
27     cout << "Erro de leitura" << endl;
28     entrada.close();
29     return 1;
30 }
```

Enquanto não for  
nem *fail* e nem *bad*

Se saiu do laço  
sem chegar no  
fim do arquivo

```
32 if (quantidade == 0) {
33     cout << "Arquivo vazio" << endl;
34     entrada.close();
35     return 1;
36 }
37
38 double media = total / quantidade;
39 entrada.close();
40
41 ofstream saida;
42 saida.open ("media.txt");
43
44 if (saida.fail())
45     cout << "Erro ao escrever" << endl;
46 else
47     saida << media;
48
49 saida.close();
```

EX02

# Detalhes

- O **bit de erro** não é *reiniciado* para uma nova leitura: **uma vez ativo, ele se mantém ativo**
  - Operações **não são executadas** se o *stream* não estiver *good*

```
16  int a;  
17  string b = "123";  
18  entrada >> a; // ERRO  
19  if (entrada.fail())  
20      cout << "Erro: nao eh int" << endl;  
21  
22  entrada >> b;  
23  if (entrada.fail())  
24      cout << "Erro: " << b << endl;
```

EX03

Como está em *fail*,  
b não é alterado

## Arquivo

abc  
def

## Saída

Erro: nao eh int  
Erro: 123

- Na prática, não tem problema em fazer  
`cin >> a >> b >> c;`

# Boas Práticas

- Na abertura de arquivos, verificar se ela foi bem sucedida antes de usar o arquivo
  - Para entrada ou saída
  - Ex.: usar o `fail()`
- Para verificar se o arquivo existe antes de escrever, deve-se tentar ler o arquivo **antes**
  - Se não for verificada e o arquivo existir, os dados antigos são sobrescritos com dados novos
    - (Por padrão, mas com o parâmetro `ios_base::app` escreve-se no final)

# Bibliografia

- LAFORE, R. **Object-Oriented Programming in C++**. Sams, 4th ed. 2002.
- SAVITCH, W. **C++ Absoluto**. Pearson, 1st ed. 2003.
- SUN MICROSYSTEMS. **Core J2EE Patterns - Data Access Object**. 2001. Disponível em: <http://www.oracle.com/technetwork/java/dataaccessobject-138824.html>.