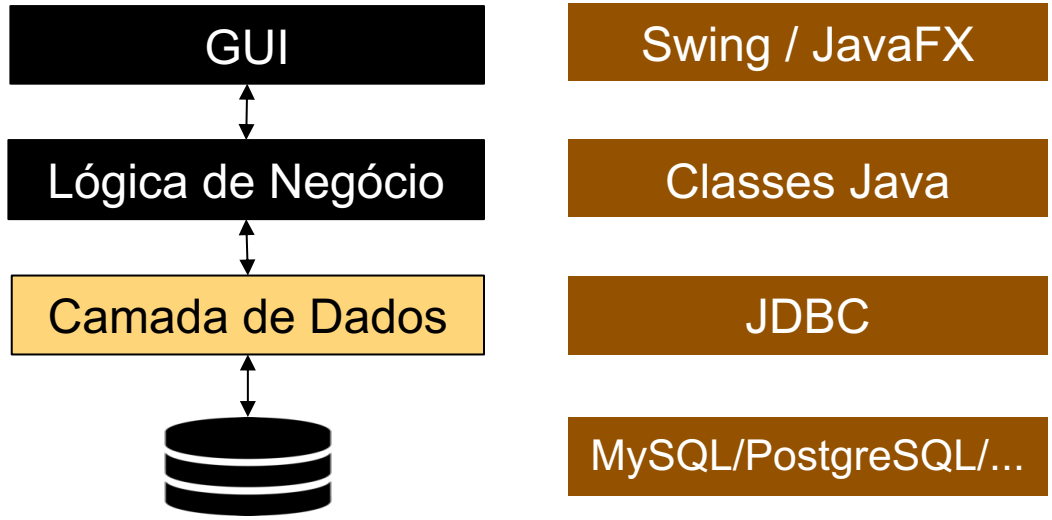
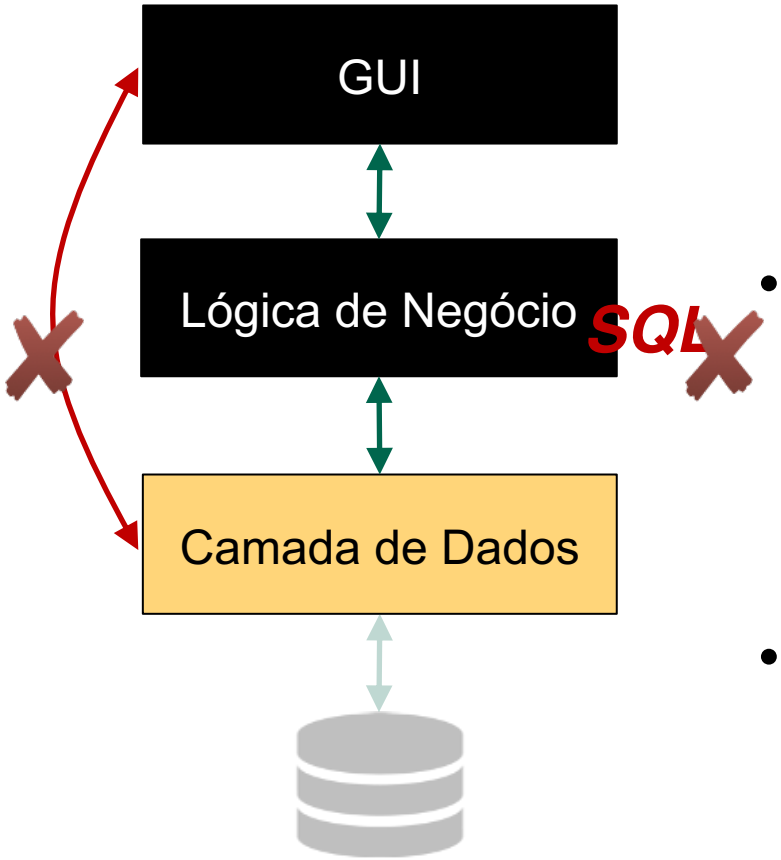
JDBC - Java DataBase Connectivity

Contexto

- Bases de dados fornecem persistência.
- Uma correcta organização do código é importante para assegurar e escalabilidade e facilidade de manutenção do código
- A proposta é isolar a ligação à Base de Dados na Camada de Dados.
  - Esta camada permite isolar o acesso aos dados, por forma a que o resto da aplicação não esteja dependente da origem ou estrutura sob a qual os dados estão armazenados.



Algumas considerações



- Cada camada deve comunicar apenas com as camadas adjacentes
- Uma camada não deve tratar de responsabilidades de outras camadas
- As camadas deverão ter *Facades* para comunicar com outras camadas

JDBC - Java DataBase Connectivity

- **Misturar** objectos do JDBC com objectos da Lógica de Negócio vai originar um **código confuso** e de **difícil manutenção**

- É necessário encapsular (abstrair) os detalhes da comunicação com a Base de Dados
  - **Data Access Objects** (DAOs)
  - Separação clara entre camada de dados e lógica de negócio

DAO - Data Access Object

- Padrão para implementar a camada de persistência
- DAOs são classes que:
  - Persistem objectos em Bases de Dados
  - Criam objectos a partir da informação na Base de Dados
  - Encapsulam *queries* SQL
- Podem persistir uma classe ou várias classes
  - Não é obrigatório ter um DAO por classe
- São as *Facades* da Camada de Dados

DAO - Data Access Object

- Para cada DAO, implementamos um conjunto base de operações base:
  - Guardar - `put(k: Object, o: Object): void`
  - Procurar - `get(key: Object): Object`
  - Apagar - `remove(key: Object): void`
  - Contar - `size(): int`
  - Listar - `list(?): List<Object>`
- Temos uma implementação parcial da interface **Map**
  - Abordagem permite **DAOs uniformes**

JDBC - Java DataBase Connectivity

- Uma API para acesso a Bases de Dados, para aplicações Java
  - Independente da Base de Dados utilizada
- Essencialmente um conjunto de classes/interfaces Java distribuídas pelos pacotes: `java.sql` e `javax.sql`
- Exemplos:
  - Abrir uma ligação à Base de Dados (Connection):

```
Connection c = DriverManager.getConnection();
```

  - Criar uma query:

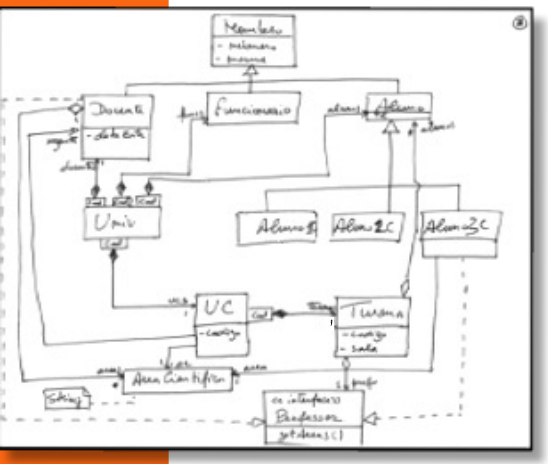
```
PreparedStatement ps =
  c.prepareStatement("SELECT * FROM TABLE WHERE ID < ?")
```

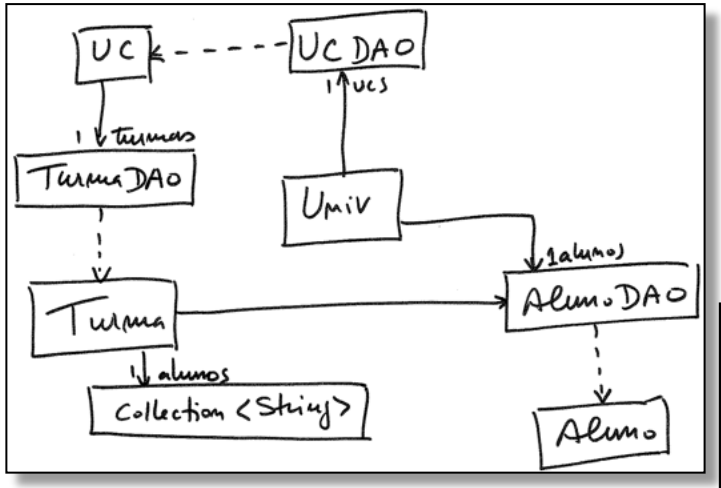
JDBC - Java DataBase Connectivity

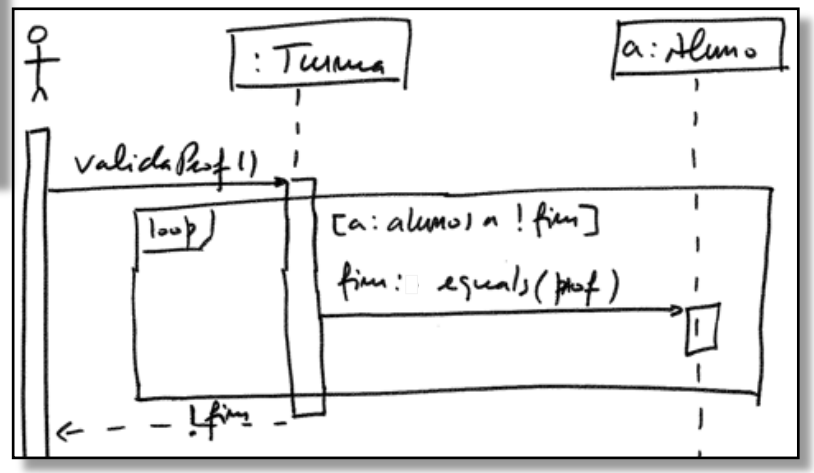
- Implementações de JDBC (*drivers*) são disponibilizadas pelos fornecedores de Bases de Dados (e.g. MySQL, PostgreSQL, SQLite, etc.).
  - É necessário carregar o *driver* especifico da Base de Dados utilizada.

- JDBC é construído em cima de ODBC, um padrão aberto para acesso a dados.

Código...








```
class Turma {
  private String codigo, sala;
  private Professor prof;
  private Collection<String> alunos;
  private AlunoDAO alDAO;

  void setProf(Professor f) {
    this.prof = f;
  }

  public boolean validaProf() {
    boolean fim = false;
    Iterator<String> alunosIt = alunos.iterator();

    while (!fim & alunosIt.hasNext()) {
      Aluno a = alDAO.get(alunosIt.next());
      fim = a.equals(prof);
    }
    return !fim;
  }
}
```

```
class AlunoDAO implements Map<String,Aluno>{
  ????

  …

  public Aluno get(Object key) {
    ???
  }

  …
}
```

JDBC - Java DataBase Connectivity

- Passos usuais para utilizar JDBC:
  1. Instalar o *driver* JDBC da Base de Dados (uma vez por projecto)

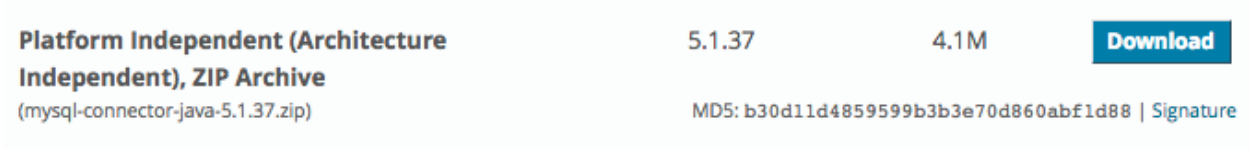
     (e.g. MySQL Connector/J, PostgreSQL JDBC Driver, SQLite JDBC Driver)
  2. Inicializar o *driver* (de cada vez que a aplicação é executada);
  3. Estabelecer uma ligação;
  4. Executar as operações;
  5. (Fechar a ligação)

Desnecessário nas versões mais recentes!

JDBC - 1. Instalar o *driver*

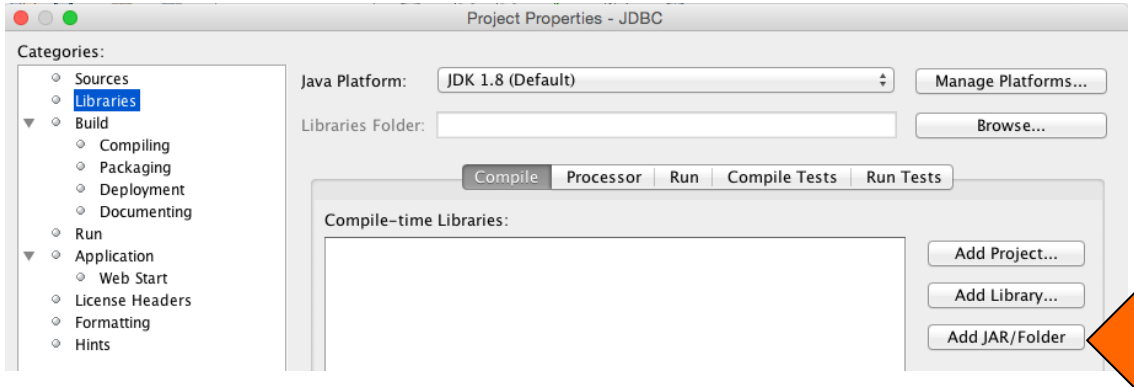
- Fazer download do *driver* (jar) correspondente:
  - Exemplo para MySQL (connector/j):

    http://dev.mysql.com/downloads/connector/j/



- Importar o *driver* para o projeto (depende do IDE):
  - Exemplo NetBeans:

    Project > Properties > Libraries



mysql-connector-java-5.1.24-bin.jar

JDBC - 3. Estabelecer ligação

- A classe **`DriverManager`** disponibiliza os seguintes métodos de classe:

```
Connection getConnection(String url);
Connection getConnection(String url, String login, String pass);
Connection getConnection(String url, java.util.Properties info);
```

excepção: `SQLException`

- **`Connection`** é uma interface que define um conjunto de métodos para realizar operações na base de dados.

JDBC - 3. Estabelecer ligação: Connection

- A `Connection` deve ser aberta **antes de** executarmos a operação (e fechada depois)
- As `Connection` têm um *timeout*
  - Operações realizadas antes de se abrir a conexão, ou após esta ser fechada, geram um excepção.
- Abrir a `Connection` pode falhar
  - A excepção `SQLException` tem que ser tratada
- Existe um **número máximo** de `Connection` permitidas.

JDBC - 3. Estabelecer ligação

- Ligação por URL:

  `protocolo:subprotocolo:identificador`

  - **`protocolo`**: é constante e representado pela *string* "`jdbc`"
  - **`subprotocolo`**: é função do motor da base de dados e da forma de acesso (direta ou indireta, por exemplo através de ODBC). No caso de MySQL o subprotocolo é "`mysql`".
  - **`identificador`**: Indica dados da base de dados a utilizar. No caso do MySQL o identificador é um URI da forma:

    `//<host>/<database>?user=<username>&password=<password>`

JDBC - 3. Estabelecer ligação

- Exemplo MySQL para ligar a uma Base de Dados local, com nome **alunos**, em que username é **un** e password é **pwd**:

```
class AlunoDAO implements Map<String,Aluno> {

  public Aluno get(Object key) {
    try {
      Connection  con =
           DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost/alunos?user=un&password=pwd")
      ???
      con.close();
    }
    catch (SQLException e) {
      // Erro ao estabelecer a ligação
    }
  }

  …
}
```

Versão com *try with resources*

```
public Aluno get(Object key) {
  try (Connection  con =
          DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost/alunos?user=un&password=pwd")) {
      ???
    }
    catch (SQLException e) {
      // Erro ao estabelecer a ligação
    }
  }
```

JDBC - 3. Estabelecer ligação

- Outras configurações:
  - Oracle:

```
DriverManager.getConnection(
   "jdbc:oracle:thin:@localhost:1521:database",
   "username",  "password");
```

  - PostgreSQL:

```
DriverManager.getConnection(
   "jdbc:postgresql://localhost:5432/database",
   ”username", ”password");
```

  - SQLite:

```
DriverManager.getConnection("jdbc:sqlite:test.db");
```

JDBC - 4. Executar operações SQL

- Três tipos de commandos SQL podem ser executados:

A. DDL: Data Definition Language

```
CREATE TABLE TAlunos (
     numero VARCHAR(10) NOT NULL,
     nome VARCHAR(50),
     primary key(numero))
```

B. Selecção – ler dados existentes

```
SELECT * FROM TAlunos
```

C. Actualização – inserir novos valores na base de dados e/ou modificar os dados existentes

```
UPDATE TAlunos
          SET nome = ”João”
          WHERE numero = “123”
```

JDBC - 4. Executar operações SQL

- A interface **`Statement`** contém os métodos para realizar operações.
- Criar um `Statement`:
  - Interface `Connection`: `Statement createStatement();`
  - excepção: `SQLException`

```
public Aluno get(Object key) {

  try (Connection con =
         DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost/alunos?user=un&password=pwd");
       //create the statement
       Statement st = con.createStatement()) {
    ???
  }
  catch (SQLException e) {
    // Erro ao estabelecer a ligação
  }
}
```

JDBC - 4. Executar operações SQL: Selecção

- Interface Statement

  `ResultSet executeQuery(String sql);`

  excepção: `SQLException`

- Exemplo para comandos de selecção

```
public Aluno get(Object key) {

  try (Connection con =
         DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost/alunos?user=un&password=pwd");
       Statement st = con.createStatement()) {
    // Execute a query
    String sql = "SELECT * FROM TAlunos WHERE numero='"+(String)key+"'";
    ResultSet rs = stm.executeQuery(sql);
    ???
  }
  catch (SQLException e) {
    // Erro ao estabelecer a ligação
  }
}
```

Perigoso!

JDBC - 4. Executar operações SQL: SQL Injection

- JDBC não lida com questões de segurança (e.g. *SQL injection*)
- Input do utilizador deve ser sempre considerado (potencialmente) malicioso!

```
String sql = "SELECT * FROM TAlunos WHERE numero='"+(String)key+"'";
ResultSet rs = stm.executeQuery(sql);
```

- E se `key` for:
  - `"' OR '1' = '1'; DELETE * FROM Talunos;"` ?!
- A este tipo de ataque chama-se ***SQL injection***

JDBC - 4. Executar operações SQL: PreparedStament

- **`PreparedStatement`** permitem evitar estes problemas e efectuar *queries* de forma mais eficaz.
- Exemplo:

```
public Aluno get(Object key) {

  try (Connection con =
         DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost/alunos?user=un&password=pwd");
       PreparedStatement st = con.prepareStatement("SELECT * FROM TAlunos WHERE nome=?")) {
    st.setString(1, key);
    ResultSet rs = st.executeQuery();
    ???
  }
  catch (SQLException e) {
    // Erro ao estabelecer a ligação
  }
}
```

- Parâmetros das queries são definidos com ?, e o valor é atribuído com os seguinte métodos:

```
setString(índiceDoParametro, string);
setInt(índiceDoParametro, inteiro);
setFloat(índiceDoParametro, float);
…
```

JDBC - 4. Executar operações SQL: ResultSet

- Comandos de selecção resultam num conjunto de dados.
- Acesso aos resultados é feito através do **`ResultSet`**.
- Interface `ResultSet`
  - Funciona como iterador sobre os registos devolvidos

    ```
    boolean next();
    ```

  - Dentro de um registo fornece um conjunto de métodos para aceder aos campos, por exemplo:

    ```
    getString(int índiceDoCampo);
    getString(String nomeDoCampo);
    ```

- Um `ResultSet` está disponível até ser fechado, ou o `Statement` ser reutilizado ou fechado.

JDBC - 4. Executar operações SQL: ResultSet

- Exemplo

```
public Aluno get(Object key) {

  try (Connection con =
         DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost/alunos?user=un&password=pwd");
       PreparedStatement st = con.prepareStatement("SELECT * FROM TAlunos WHERE nome=?")) {
    st.setString(1, key);
    ResultSet rs = st.executeQuery();
    // Process results
    Aluno al = null;
    if (rs.next()) {
      al = new Aluno(rs.getString(1),rs.getString(2));
    }
    return al;
  }
  catch (SQLException e) {
    // Erro ao estabelecer a ligação
  }
}
```

JDBC - 4. Executar operações SQL: Actualização/DDL

- interface `PreparedStatement`:

  `int executeUpdate();`

- Se for um comando de atualização (UPDATE, INSERT ou DELETE) devolve o número de registos afectados

- Comandos DDL (ex: CREATE TABLE) devolvem 0

```
public Aluno put(String key, Aluno value) {

  try (Connection con =
         DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://localhost/alunos?user=un&password=pwd");
       PreparedStatement st1 = con.prepareStatement("DELETE FROM TAlunos WHERE numero=?”);
       PreparedStatement st2 = st = con.prepareStatement("INSERT INTO TAlunos VALUES (?,?)”)
      ) {
    st1.setString(1, key);
    st1.executeUpdate();
    st2.setString(1, key);
    st2.setString(2, value.getNome());
    st2.executeUpdate();
    return new Aluno(value.getNumero(),value.getNome ());
  }
  catch (SQLException e) {
    // Erro ao estabelecer a ligação
  }
}
```

JDBC - 4. Executar operações SQL: Transaction

- A interface `Connection` suporta também **transacções**.
- Permite executar um conjunto de operações, garantindo unicidade das operações.
- Pode melhorar desempenho agregando operações na BD.
- É conseguido à custa da configuração da instância de `Connection`.
- API:

```
con.setAutoCommit(false); //inicia transacção
con.commit(); //efectua transação
con.rollback(); //anula operações da transacção
```

  - Excepção:

```
SQLException //no caso de transacção ser abordata
```

JDBC - 4. Executar operações SQL: Transaction

- Exemplo de transacção:

```
public Aluno put(String key, Aluno value) {
  try {
    Connection con = DriverManager.getConnection(URL);
    PreparedStatement st1 = con.prepareStatement("DELETE FROM TAlunos WHERE numero=?");
    PreparedStatement st2 = con.prepareStatement("INSERT INTO TAlunos VALUES (?,?)"),
    con.setAutoCommit(false);                    // inicia transacção
    st1.setString(1, key);
    st1.executeUpdate();
    st2.setString(1, key);
    st2.setString(2, value.getNome());
    st2.executeUpdate();
    con.commit();                                // executa transacção
    return new Aluno(value.getNumero(),value.getNome ());
  }
  catch (SQLException e1) {
    try { if (con =! null) con.rollback(); } // anula transacção
    catch (SQLException e2) { … }
  }
  finally {
    try { if (con =! null) con.close(); }
    catch (SQLException e3) { … }
  }
}
```

JDBC - 4. Executar operações SQL: Timeout

- Ligações não permanecem activas indefinidamente.
- Se deixarmos uma ligação aberta, eventualmente ela vai expirar.
- Mas, existe um **número máximo** de `Connection` permitidas.

- Solução mais eficiente:
  - Abrir a conexão antes de efetuar as operações;
  - Fechar **antes** de retornar.

JDBC - 5. Fechar ligação

- Interface **Connection** fornece os métodos:

```
void close();
boolean isClosed();
```

excepção: `SQLException`

- Mas `Connection` implementa `java.lang.AutoCloseable`, pelo que a solução mais simples é utilizar uma expressão ***try-with-resources***:

```
try (Connection con = DriverManager.getConnection(”...")) {
  …
} catch (SQLException e) {
  …
}
```

  - a `Connection` é fechada automaticamente no fim do `try`

Sumário

- A comunicação de aplicações Java com bases de dados necessita de:
  - Importar biblioteca para o projecto (através do IDE).
  - Importar no código packages respectivos.
  - Carregar a driver no código.
  - Criar statements e executar.
  - Fechar ligação.
- Transacções devem ser feitas de forma explicita.
- Driver não lida com todos os problemas:
  - É necessário lidar com *timeouts*, *sql injection*, etc.