Ficha Prática #01

1.1 Objectivos

1. Relembrar o paradigma da Orientação aos Objectos e a linguagem de programação Java
2. Iniciar o estudo da estruturação de uma aplicação em três camadas (apresentação, lógica de negócio e dados)
3. Praticar a implementação da Camada de Dados em JDBC.

1.2 Aplicações multi-camada

A arquitectura de software multi-camadas é um dos padrões arquitecturais mais utilizados, permitindo controlar a crescente complexidade das aplicações. Trata-se de um tipo de arquitectura de software em que diferentes componentes de software, organizados em camadas, fornecem funcionalidades distintas. Uma vez que as camadas estão separadas, com pontos de interacção claramente definidos, fazer alterações a cada uma delas é mais fácil do que ter de lidar com toda a arquitectura em simultâneo.

A forma mais simples deste padrão é a arquitectura em três camadas. Esta contém os três elementos mais comuns de uma aplicação (ver Figura 1.1):

Camada de apresentação (*Presentation Layer* na figura) é a camada mais alta que está presente na aplicação. Esta camada fornece serviços de apresentação e manipulação de conteúdos ao utilizador, final através da interface com o utilizador, e permite isolar essa interface por forma a que o resto da aplicação não esteja dependente de uma interface com o utilizador concreta. Para apresentar o conteúdo, é essencial que interaja com os níveis abaixo na arquitectura.

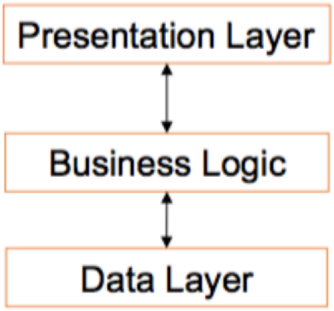


Figura 1.1: Padrão *Model-Delegate*

Camada de negócio (*Business Logic* na figura) é a camada onde a lógica de negócio da aplicação é executada. A camada de negócio implementa o conjunto de regras que são necessárias para executar a aplicação de acordo com os requisitos definidos. Permite isolar a implementação da lógica de negócio das implementações das restantes camadas. Para tal oferece uma API à camada de apresentação, assegurando a transparência das operações que implementa.

Camada de dados (*Data Layer* na figura) é camada mais baixa da arquitectura e implementa a persistência (armazenamento e recuperação) dos dados da aplicação. Permite isolar o acesso aos dados (tipicamente armazenados num servidor de base de dados), por forma a que o resto da aplicação não esteja dependente da origem dos dados ou da estrutura sob a qual estão armazenados. Para garantir esta independência, a camada oferece uma API à camada de negócio, assegurando a transparência das operações de dados que implementa.

Nesta Ficha Prática, o foco está na Camada de Dados.

1.3 Um exemplo — TurmasApp

Juntamente com esta ficha, é disponibilizado o projecto `Turmas3L`. Trata-se de uma aplicação que permite registar alunos e turmas, e gerir a alocação de alunos às turmas. O projecto disponibilizado foi desenvolvido em IntelliJ[1] e pressupõe a existência de um servidor de base de dados MariaDB[2].

A aplicação está organizada nas três camadas descritas na Secção 1.2. A cada

[1]Testado em IntelliJ IDEA 2023.2.2 (Ultimate Edition).
[2]Testado com a versão 11.1.2. Ver: `https://mariadb.org/`, visitado em 2023/09/15.

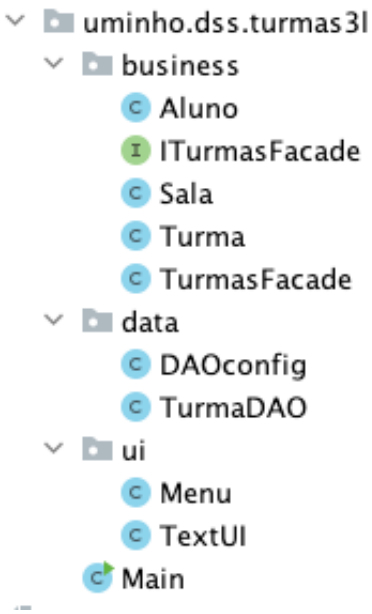


Figura 1.2: *Packages* do projecto

camada corresponde um *package* no projecto (ver Figura 1.2):

Camada de apresentação no *package* `uminho.dss.turmas3l.ui`. Esta camada implementa um menu de opções em modo texto.

Camada de negócio no *package* `uminho.dss.turmas3l.business`. Esta camada está descrita na Secção 1.3.1.

Camada de dados no *package* `uminho.dss.turmas3l.data`. Esta camada está descrita na Secção 1.3.2.

Pode consultar a documentação do projecto na pasta `doc`.

1.3.1 Camada de negócio

A arquitectura lógica desta camada é apresentada na Figura 1.3. A camada de negócio fornece à camada de apresentação a API definida na interface `ITurmasFacade` (ver Figure 1.4).

A classe `TurmasFacade` implementa a interface `ITurmasFacade` assumindo o papel de *Model* numa arquitectura de tipo MVC (Model-View Controller).

A classe `TurmasFacade` trabalha com dois `Map`:

```
public class TurmasFacade implements ITurmasFacade {
```

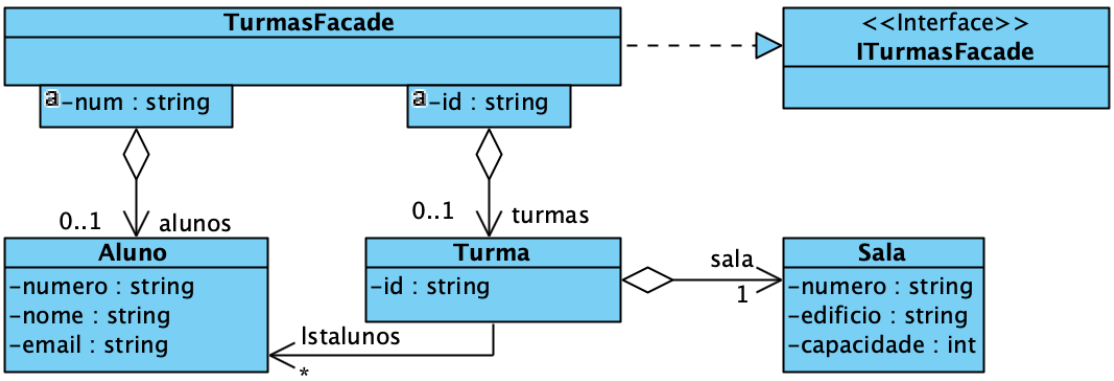


Figura 1.3: Arquitectura lógica de suporte ao Exercício

```
private Map<String,Turma> turmas;
private Map<String,Aluno> alunos;
```

Os métodos desta classe trabalham sobre estes `Map`, sendo todos bastante simples.

As restantes classes desta camada representam as entidades Aluno, Turma e Sala.

1.3.2 Camada de dados

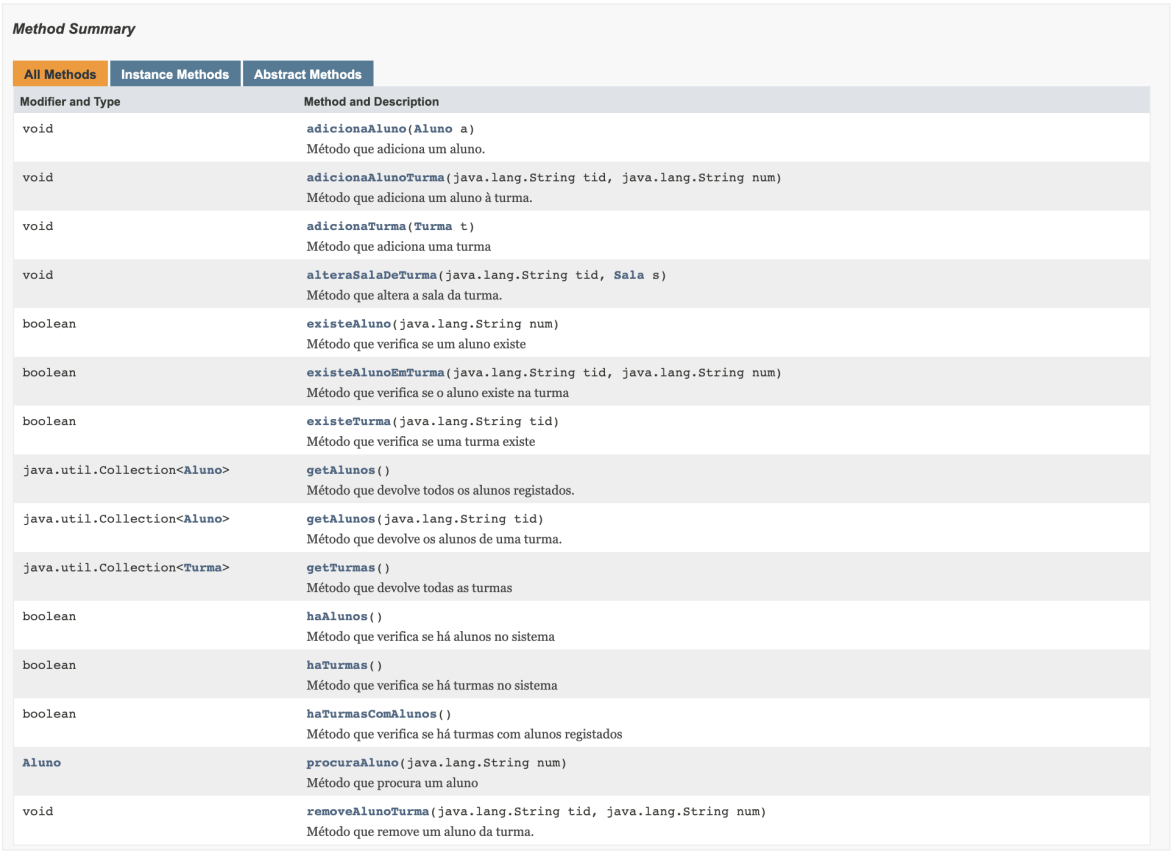
Esta camada consiste, tipicamente, num conjunto de classes que implementam a persistência e acesso aos dados (classes DAO - do inglês *Data Access Objects*).

O projecto disponibilizado no Backboard corresponde a uma fase intermédia da implementação da arquitectura apresentada na Figure 1.4, em que já foi parcialmente desenvolvido um *Data Access Object* (DAO) para representar a associação qualificada `turmas` (ver o código das classes `business::TurmasFacade` e `data::TurmaDAO`). A associação `alunos`, no entanto, ainda está implementada com um `HashMap<String,Aluno>` (ver construtor de `business::TurmasFacade`).

A arquitectura do estado actual da implementação é apresentada na Figura 1.5. **Note que, para simplificar o exercício, a lista de alunos em `business::Turma` foi substituída por uma lista de números de aluno**.

Esta camada pressupõe a existência de um servidor de base de dados MariaDB a correr com uma base da dados `turmas3l`[3] criada, bem como um utilizador `jfc`, com password `jfc`, criado[4] e com privilégios de acesso remoto[5]. Quer o servidor a utilizar, quer o nome da base de dados e os detalhes do utilizador, podem ser alterados na

[3] `CREATE DATABASE 'turmas3l';`
[4] `CREATE USER IF NOT EXISTS 'jfc'@localhost IDENTIFIED BY 'jfc';`
[5] `GRANT ALL PRIVILEGES ON *.* TO 'jfc'@localhost IDENTIFIED BY 'jfc';`
`FLUSH PRIVILEGES;`



Method Summary

All Methods | Instance Methods | Abstract Methods

Modifier and Type	Method and Description
void	**adicionaAluno**(**Aluno** a) Método que adiciona um aluno.
void	**adicionaAlunoTurma**(java.lang.String tid, java.lang.String num) Método que adiciona um aluno à turma.
void	**adicionaTurma**(**Turma** t) Método que adiciona uma turma
void	**alteraSalaDeTurma**(java.lang.String tid, **Sala** s) Método que altera a sala da turma.
boolean	**existeAluno**(java.lang.String num) Método que verifica se um aluno existe
boolean	**existeAlunoEmTurma**(java.lang.String tid, java.lang.String num) Método que verifica se o aluno existe na turma
boolean	**existeTurma**(java.lang.String tid) Método que verifica se uma turma existe
java.util.Collection<**Aluno**>	**getAlunos**() Método que devolve todos os alunos registados.
java.util.Collection<**Aluno**>	**getAlunos**(java.lang.String tid) Método que devolve os alunos de uma turma.
java.util.Collection<**Turma**>	**getTurmas**() Método que devolve todas as turmas
boolean	**haAlunos**() Método que verifica se há alunos no sistema
boolean	**haTurmas**() Método que verifica se há turmas no sistema
boolean	**haTurmasComAlunos**() Método que verifica se há turmas com alunos registados
Aluno	**procuraAluno**(java.lang.String num) Método que procura um aluno
void	**removeAlunoTurma**(java.lang.String tid, java.lang.String num) Método que remove um aluno da turma.

Figura 1.4: API da lógica de negócio — métodos da interface `ITurmasFacade`

classe `data::DAOconfig`.

JDBC

A ligação ao servidor de base de dados requer a utilização de um *driver* JDBC. No caso do MariaDB o *driver* é fornecido pela biblioteca MariaDB Connector/J[6], já incluída no projecto. O projecto está configurado para utilizar bibliotecas presentes na pasta `lib`. Para além da MariaDB Connector/J, a pasta contém ainda a biblioteca MySQL Connector/J (com o *driver* JDBC para MySQL). Caso o servidor utilizado seja outro, o ficheiro `.jar` da biblioteca correspondente[7] deverá ser colocada na referida pasta `lib`.

Os passos usuais para utilização de JDBC consistem em:

1. Estabelecer uma ligação (`Connection`[8]) à Base de Dados — ver utilização de

[6] `https://downloads.mariadb.org/connector-java/`, visitado em 2023/09/15.
[7] Basta pesquisar por "`<nome servidor bd>` jdbc" para encontrar o *driver relevante.*
[8] `https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/sql/Connection.html`

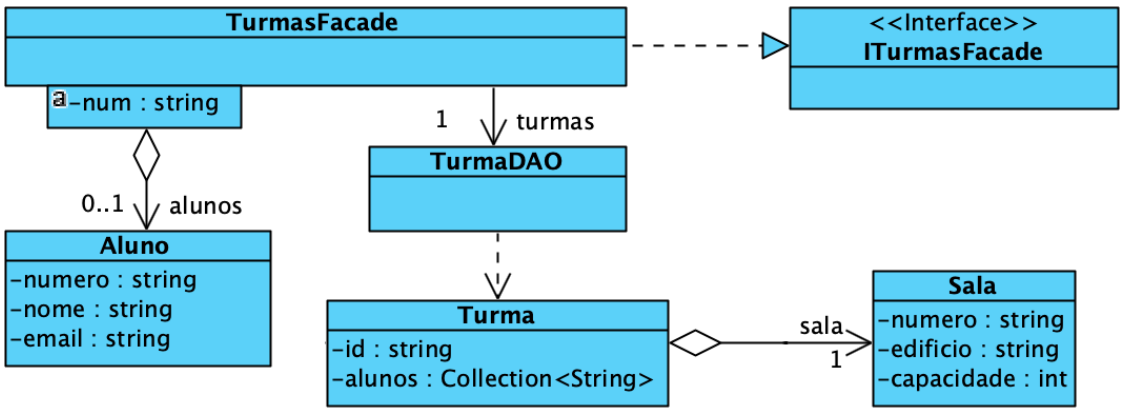


Figura 1.5: Arquitectura da solução fornecida

`DriverManager.getConnection` no construtor de `data::TurmaDAO`.

2. Criar um `Statement`[9] a partir da `Connection` — ver utilização do método `Connection::createStatement`[10] em `data::TurmaDAO`.

3. Executar operações com base nesse `Statement` — existem dois métodos essenciais para executar operações na interface `Statement`:

   - `executeUpdate` – para comandos SQL que alteram a Base de Dados (INSERT, DELETE, UPDATE, CREATE, DROP, ...)
   - `executeQuery` – para comandos SQL que consultam a Base de Dados (SELECT)

4. Se necessário, processar os resultados — No caso de `executeQuery` é devolvido um `ResultSet`[11] (um iterador) sobre os resultados.

5. Fechar a ligação — neste caso as ligações estão a ser fechadas automaticamente (ver mais abaixo).

O método `TurmaDAO::containsKey(Object key)` ilustra todos estes passos. A instrução `rs.next()` devolve verdade se existir um resultado no `ResultSet`, ou seja, se existir a chave:

```
public boolean containsKey(Object key) {
  boolean r;
  try (Connection conn =
              DriverManager.getConnection(DAOconfig.URL,
```

[9] `https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/sql/Statement.html`
[10] Método `createStatement` da API `Connection`.
[11] `https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/sql/ResultSet.html`

```
                                                DAOconfig.USERNAME,
                                                DAOconfig.PASSWORD);
        Statement stm = conn.createStatement();
        ResultSet rs =
             stm.executeQuery("SELECT Id FROM turmas WHERE Id='"
                                          + key.toString() + "'")) {
    r = rs.next();
  } catch (SQLException e) {
    // Database error!
    e.printStackTrace();
    throw new NullPointerException(e.getMessage());
  }
  return r;
}
```

1.4 Exercícios

1.4.1 Análise do código

1. Estude o código de modo a perceber a estruturação e funcionamento da aplicação (desenvolva diagramas arquitecturais e comportamentais para auxiliar a análise[12]).
   - Note como `data::TurmaDAO` implementa a interface `Map<String,Turma>` (alguns dos métodos estão incompletos ou por implementar).
   - Note como o método `data::TurmaDAO::getInstance()` gera as tabelas, caso não existam, e analise o modelo relacional usado.
   - Note ainda a utilização de *try with resources* para garantir que as `Connection`, os `Statement` e os `ResultSet`, são correctamente fechados.
   - Note como o método `business::TurmasFacade::alteraSalaDeTurma(String, Sala)` efectua um `put` no DAO, do modo a garantir que os dados da turma são actualizados na camada de dados.
2. Compile e execute o projecto para verificar que tudo está a funcionar correctamente no seu ambiente. Note que não é possível executar operações sobre alunos e turmas.

[12] A Figura 1.5 já apresenta a diagrama de classes correspondente ao código. Poderá construir outros diagrama ao longo do semestre, à medida que eles forem leccionados.

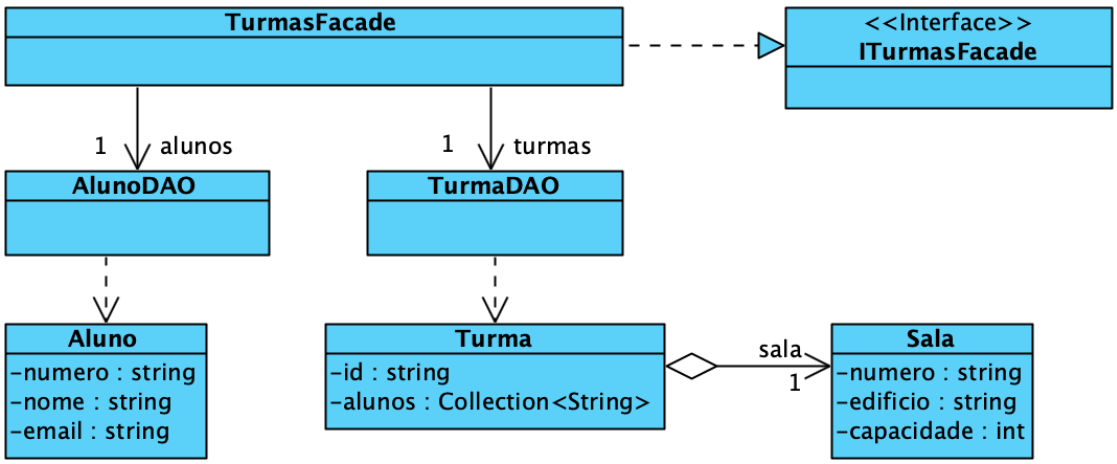


Figura 1.6: Arquitectura pretendida, com DAOs

1.4.2 Implementação de DAOs

Resolva agora os exercícios abaixo, que visam continuar o desenvolvimento da aplicação.

1. Desenvolva a classe `data::AlunoDAO` e actualize a classe `business::TurmasFacade`, de modo a que passe a utilizá-la (ver Figura 1.6).
   (a) Para além do construtor de `alunos`, foi necessária mais alguma alteração na implementação da lógica de negócio (*package* `business`)?
   (b) Foi necessário efectuar alguma alteração na camada de interface com o utilizador (*package* `ui`)?
2. Altere agora a sua solução, sabendo que a classe `Turma::getAlunos()` deverá devolver uma lista de alunos e não apenas uma lista com os números dos alunos (a solução poderá passar por a turma ter acesso a `AlunoDAO` para obter a informação dos alunos).
3. Por fim, considere que se pretende acrescentar à *Facade* um `Map` de salas.
   (a) Implemente o DAO correspondente
   (b) Acrescente à interface com o utilizador a gestão de salas.
   (c) Altere o sistema para apenas permitir associar salas registadas às turmas.