

## Trabalho Prático

---

# Gestão de Ligas de Futebol Profissional

P6G10 – Leandro Silva – N<sup>o</sup> 114134

Docente: Prof. Joaquim Sousa Pinto

Unidade Curricular: Bases de Dados

Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática

Universidade de Aveiro

18 de Maio de 2025



# Índice

## Conteúdo

1	Introdução . . . . .	2
2	Análise de Requisitos . . . . .	2
2.1	Gestão do Campeonato . . . . .	2
2.2	Gestão do Público . . . . .	2
2.3	Sistemas Associados à Liga . . . . .	3
2.4	Dados Gerais e Transferências . . . . .	3
2.5	Patrocinadores e Investimentos . . . . .	3
3	Modelação da Base de Dados . . . . .	4
3.1	DER – Diagrama Entidade-Relacionamento . . . . .	4
3.2	Modelo ER – Modelo Entidade-Relacionamento Lógico . . . . .	4
3.3	Modelo ER para SGBD – Esquema Relacional . . . . .	5
3.4	Análise Estrutural do Modelo Físico . . . . .	5
4	Definição da Estrutura da Base de Dados (SQL DDL) . . . . .	5
5	Inserção de Dados (SQL DML) . . . . .	6
6	Stored Procedures (Procedimentos Armazenados) . . . . .	8
6.1	Clubes e Jogadores . . . . .	8
6.2	Arbitragem . . . . .	8
6.3	Finanças e Bilhética . . . . .	8
6.4	Patrocinadores e Investimentos . . . . .	8
6.5	Consultas Avançadas e Alertas . . . . .	8
6.6	Exemplos de Stored Procedures . . . . .	9
6.7	Considerações Técnicas . . . . .	10
7	Funções Definidas pelo Utilizador (UDFs) . . . . .	10
7.1	Médias Relacionadas com Jogadores e Clubes . . . . .	11
7.2	Médias Relacionadas com Árbitros . . . . .	11
7.3	Considerações Técnicas . . . . .	11
8	Triggers e Validações Automáticas . . . . .	12
9	Índices . . . . .	14
10	Interface . . . . .	15
11	Estrutura da Pasta do Projeto . . . . .	21

# 1 Introdução

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Bases de Dados, do curso de Licenciatura em Engenharia de Computadores e Informática. O principal objectivo consistiu na concepção e implementação de um sistema de base de dados relacional para a gestão de ligas de futebol profissional, com uma estrutura comparável à de sistemas reais.

A escolha do tema foi motivada por interesse pessoal na área do desporto, nomeadamente no futebol, um fenómeno global com grande expressão e uma elevada complexidade organizacional e estatística. Esta afinidade contribuiu para uma modelação mais realista e para a compreensão aprofundada dos requisitos funcionais do sistema.

Este relatório descreve detalhadamente todas as etapas do trabalho, desde a análise de requisitos até à implementação final. Inclui-se o Diagrama Entidade-Relacionamento (DER), o esquema relacional da base de dados, a definição estrutural em SQL DDL (para SQL Server), e exemplos de instruções SQL DML utilizadas nos formulários gráficos. São ainda abordados temas como a normalização, índices, triggers, stored procedures e funções definidas pelo utilizador (UDF), demonstrando o domínio das várias componentes do sistema.

## 2 Análise de Requisitos

O sistema tem como finalidade representar, com detalhe e eficiência, o funcionamento de uma liga profissional de futebol. Cada **Liga** é identificada por um ID e possui um nome. A liga é responsável pela gestão de diversas componentes do campeonato, incluindo infraestruturas, sistemas de arbitragem, finanças, bilhética e público, e está ainda associada a patrocinadores e dados gerais.

### 2.1 Gestão do Campeonato

A gestão do campeonato subdivide-se em duas áreas principais: **Gestão de Infraestruturas** e **Estrutura do Campeonato**.

A **Gestão de Infraestruturas** permite a supervisão de múltiplos **Estádios**, cada um com capacidade definida e registo de manutenções. Os estádios podem acolher vários eventos, devidamente registados.

A **Estrutura do Campeonato** define o número de equipas e jornadas, e está associada a **Jogos** (do campeonato e de ajustes, como taças e competições europeias). Cada jogo possui um conjunto de **Estatísticas**, como posse de bola, passes, remates e eficácia.

Dois critérios regulam a classificação:

- O **Critério de Pontuação** (vitória, empate, derrota).
- O **Critério de Desempate**, que considera factores como número de vitórias, golos marcados, cartões e, em casos excepcionais, jogos de desempate.

### 2.2 Gestão do Público

A **Gestão do Público**, também gerida pela liga, distingue entre duas categorias de pessoas: **Sócios** e **Adeptos**. Cada pessoa está identificada por nome, e-mail e data de nascimento. Os sócios beneficiam de vantagens adicionais em relação aos adeptos.

Nesta secção, regista-se também a **Ocupação dos Estádios**, através de atributos como lotação padrão, assistência média por jogo e controlo de entradas.

## 2.3 Sistemas Associados à Liga

### Bilhética

O **Sistema de Bilhetes** permite a emissão de bilhetes presenciais e online. Cada bilhete é identificado por um ID e pertence a um sistema específico.

### Sistema Financeiro

O **Sistema Financeiro** abrange duas entidades principais:

- **Orçamento do Clube:** regista receitas, gastos, margem de transferências e percentagem alocada a salários.
- **Receitas de Bilheteira:** inclui bilhetes vendidos, preço médio e receita por clube.

### Sistema de Arbitragem

O **Sistema de Arbitragem** integra **Árbitros**, **VAR** e os **Critérios de Nomeação**. Cada árbitro possui atributos como nome, nacionalidade, idade, número de jogos e afiliação regional. O VAR regista permissões e intervenções.

Os **Critérios de Nomeação** incluem nível de experiência, histórico de decisões, região e último jogo arbitrado. Os árbitros possuem ainda estatísticas individuais como taxa de acerto, média de cartões, tempo médio de decisão e número de decisões controversas.

## 2.4 Dados Gerais e Transferências

Os **Dados Gerais** da liga agregam:

- **Jogadores:** identificados por nome, com atributos como idade, nacionalidade, posição e valor de mercado.
- **Registo de Clubes:** inclui nome, cidade, estádio, treinador, equipa técnica e plantel.
- **Transferências:** registam compras, vendas, empréstimos e impacto financeiro.

## 2.5 Patrocinadores e Investimentos

Cada **Patrocinador** é identificado por um ID e está associado a valores de patrocínio e a diversas **Parcerias Técnicas**, registadas na tabela `Patrocina.Parcerias.Tecnicas`. Existe uma relação de muitos-para-muitos entre patrocinadores e clubes, representada pela tabela `Investem`, que regista os montantes investidos em cada clube. A tabela `Clube`, embora simples, é essencial para representar os clubes no contexto destas ligações com patrocinadores.

Com esta estrutura, o sistema garante robustez, integridade referencial e cobertura funcional para a análise e acompanhamento de múltiplas ligas de futebol profissional, estando preparado para suportar consultas estatísticas, relatórios executivos e controlo operativo eficaz.



### 3.3 Modelo ER para SGBD – Esquema Relacional

Este modelo representa o resultado da tradução do modelo lógico para um esquema relacional compatível com SQL Server. Inclui tabelas, chaves primárias, chaves estrangeiras e os principais atributos.

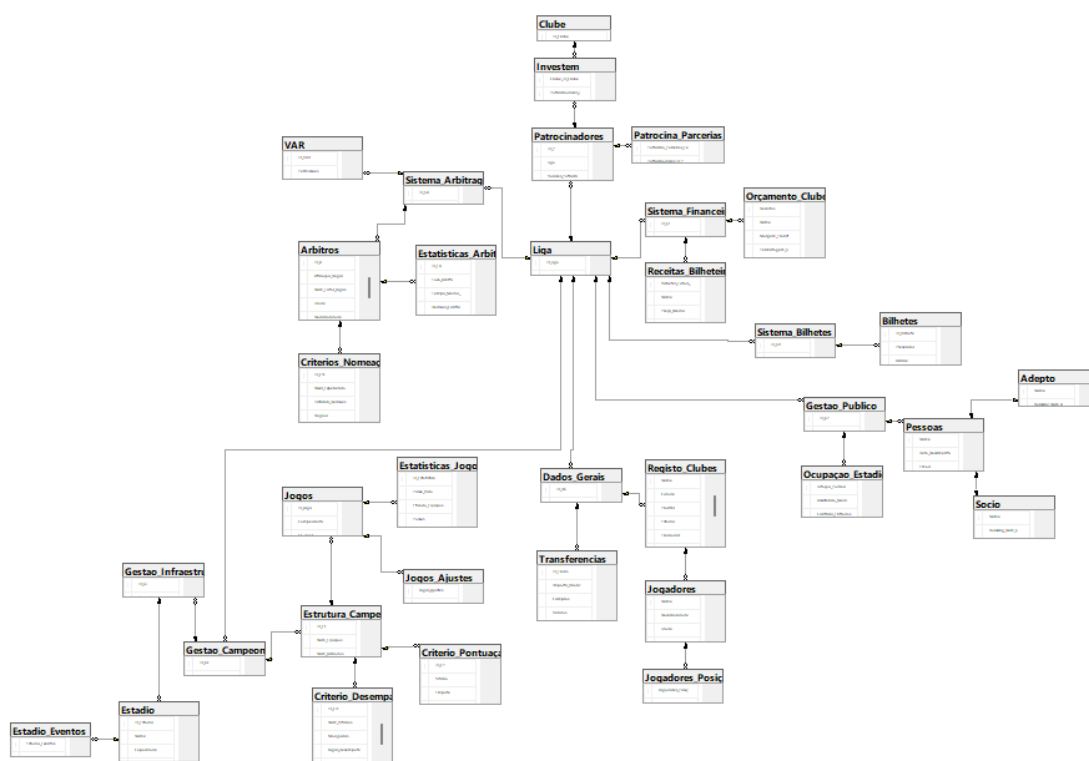


Figura 3: Modelo ER adaptado ao SGBD relacional

### 3.4 Análise Estrutural do Modelo Físico

O modelo físico da base de dados contempla um total de **38 tabelas**, organizadas de forma a representar com rigor os diferentes domínios envolvidos na gestão de uma liga profissional de futebol. Estão representados os três tipos fundamentais de relacionamentos: **1:N** (por exemplo, entre *Liga* e *Gestao\_Campeonato*, ou entre *Registo\_Clube* e *Jogadores*), **1:1** (como entre *Árbitros* e *Estatisticas\_Arbitros*), e também **N:M**, como no caso da ligação entre *Patrocinadores* e *Clubes*.

A estrutura relacional foi desenhada com o objectivo de suportar a existência de **múltiplas ligas**, cada uma podendo integrar **vários campeonatos distintos**, com **clubes associados de forma independente**. Esta modelação flexível permite não só isolar a informação por liga, como também cruzar dados entre componentes funcionais do sistema, como *finanças*, *estatísticas*, *infraestruturas* e *arbitragem*.

## 4 Definição da Estrutura da Base de Dados (SQL DDL)

A estrutura da base de dados foi implementada utilizando a linguagem SQL DDL (Data Definition Language), compatível com o Microsoft SQL Server. O código DDL define todas as tabelas, respetivos atributos, tipos de dados, chaves primárias, chaves estrangeiras e restrições de integridade referencial.

Foram criadas quase 40 tabelas, organizadas por áreas funcionais como é mencionado na análise de requisitos

Abaixo apresenta-se um excerto representativo da criação de tabelas:

```
CREATE TABLE [Liga] (  
    [ID_Liga] [int] NOT NULL PRIMARY KEY,  
);  
  
CREATE TABLE [Gestao_Campeonato] (  
    [ID_GC] [int] NOT NULL PRIMARY KEY,  
    [Liga_ID_Liga] [int] NOT NULL,  
    FOREIGN KEY ([Liga_ID_Liga]) REFERENCES [Liga]([ID_Liga]),  
);  
  
CREATE TABLE [Gestao_Infraestrutura] (  
    [ID_GI] [int] NOT NULL PRIMARY KEY,  
    [GC_ID_GC] [int] NOT NULL,  
    FOREIGN KEY ([GC_ID_GC]) REFERENCES [Gestao_Campeonato]([ID_GC]),  
);
```

Figura 4: Excerto de código do ficheiro *DDL.SQL*

O código completo da definição da base de dados pode ser consultado no ficheiro *DDL.sql* incluído na submissão.

## 5 Inserção de Dados (SQL DML)

Após a criação da estrutura da base de dados com SQL DDL, foi elaborada uma série de instruções SQL DML para inserir dados fictícios e coerentes, concebidos por mim, com o objectivo de simular o funcionamento realista de uma liga profissional de futebol.

As inserções foram organizadas respeitando a ordem lógica de dependências entre entidades, iniciando com tabelas independentes, como *Liga* e *Clube*, seguindo-se as entidades associadas, como *Gestao\_Campeonato*, *Dados\_Gerais*, *Registo\_Clubes* e *Jogadores*, e por fim, as tabelas mais dependentes, nomeadamente *Estatisticas\_Arbitros*, *Transferencias*, *Jogos* ou *VAR*.

Todos os dados como clubes, jogadores, árbitros, jogos e patrocinadores, foram totalmente fictícios e criados unicamente para fins ilustrativos. Estes dados foram inseridos de forma a respeitar as restrições de integridade definidas no modelo, bem como a garantir o correcto funcionamento das triggers, stored procedures e interface gráfica desenvolvida em C#.

Alguns exemplos de dados inseridos:

```
INSERT INTO Jogadores (Nome, Nacionalidade, Idade, Clube_Nome, Valores_Mercado) VALUES
('Rafael Santos', 'Portugal', 25, 'Dragões do Minho', 25000000), ('Da Silva', 'Portugal', 17, 'Dragões do Minho', 5000000), ('Carlos Silva', 'Portugal', 27, 'Dragões do Minho', 20000000),
('Mateus Gomes', 'Brasil', 26, 'Dragões do Minho', 30000000), ('Sebastián Moreno', 'Argentina', 28, 'Dragões do Minho', 35000000), ('Kofi Mensah', 'Gana', 22, 'Dragões do Minho', 25000000),
('Andrei Popov', 'Rússia', 30, 'Dragões do Minho', 15000000), ('Lucas Díaz', 'Chile', 25, 'Dragões do Minho', 10000000), ('Tomás Nascimento', 'Portugal', 22, 'Dragões do Minho', 8000000),
('Jamal Okoro', 'Nigéria', 26, 'Dragões do Minho', 20000000), ('Bruno Pereira', 'Portugal', 29, 'Dragões do Minho', 12000000), ('Ismael El Amin', 'Marrocos', 23, 'Dragões do Minho', 18000000),
('Daniel Costa', 'Portugal', 21, 'Dragões do Minho', 10000000), ('Leonardo Moreira', 'Brasil', 24, 'Dragões do Minho', 22000000), ('Nikolai Petrov', 'Bulgária', 28, 'Dragões do Minho', 16000000),
('Ahmed Youssef', 'Egito', 25, 'Dragões do Minho', 35000000), ('Felipe Ruiz', 'Colômbia', 27, 'Dragões do Minho', 40000000), ('Gonçalo Martins', 'Portugal', 26, 'Dragões do Minho', 32000000),
--
('Miguel Mendes', 'Portugal', 26, 'Estrela de Alfama', 24000000), ('Rui Costa', 'Portugal', 23, 'Estrela de Alfama', 9000000), ('Tiago Ferreira', 'Portugal', 24, 'Estrela de Alfama', 21000000),
('Jorge Silva', 'Portugal', 29, 'Estrela de Alfama', 27000000), ('Carlos Andrade', 'Portugal', 27, 'Estrela de Alfama', 32000000), ('Felipe Santos', 'Brasil', 28, 'Estrela de Alfama', 22000000),
('Diego Vargas', 'Argentina', 24, 'Estrela de Alfama', 17000000), ('Paulo Gonçalves', 'Portugal', 22, 'Estrela de Alfama', 11000000), ('Samuel Okafor', 'Nigéria', 26, 'Estrela de Alfama', 26000000),
('Jean-Luc Mbaye', 'Senegal', 30, 'Estrela de Alfama', 14000000), ('Daniel Sousa', 'Portugal', 21, 'Estrela de Alfama', 12000000), ('Mateo Herrera', 'Chile', 25, 'Estrela de Alfama', 20000000),
('Tobias Schmidt', 'Alemanha', 29, 'Estrela de Alfama', 19000000), ('Abdul Karim', 'Gana', 28, 'Estrela de Alfama', 33000000), ('André Silva', 'Portugal', 27, 'Estrela de Alfama', 31000000),
('Rafael Gómez', 'Colômbia', 23, 'Estrela de Alfama', 38000000), ('Nuno Figueiredo', 'Portugal', 26, 'Estrela de Alfama', 30000000), ('Ivan Kuznetsov', 'Rússia', 24, 'Estrela de Alfama', 29000000),
```

Figura 5: Excerto da inserção de alguns Pessoas – DML.sql

```
INSERT INTO Registo_Clubes (Nome, Cidade, Plante1, Estádio, Treinador, Equipa_Tecnica, DG_ID_DG, Valores_Mercado) VALUES
-- Portugal
('Dragões do Minho', 'Braga', 18, 'Fortaleza Minho', 'Tiago Cruz', 9, 1, 407000000),
('Estrela de Alfama', 'Lisboa', 18, 'Luz Nova Arena', 'Hélder Ventura', 8, 1, 478000000),
('Vento Lusitano FC', 'Faro', 18, 'Campo do Sul', 'Carlos Queiroga', 7, 1, 448500000),
('Académicos de Gaia', 'Vila Nova de Gaia', 18, 'Estádio Horizonte', 'Marco Leal', 8, 1, 535500000),
('Real Tradição SC', 'Coimbra', 18, 'Estádio dos Poetas', 'João Moutinho', 6, 1, 336000000),
-- Espanha
('Fuego Granada', 'Granada', 18, 'Coliseo del Alba', 'Esteban Cortés', 9, 2, 1198000000),
('Estrella Roja de Cádiz', 'Cádiz', 18, 'Campo de la Aurora', 'Rafael Molina', 7, 2, 1052000000),
('Aurora Celtibera', 'Zaragoza', 18, 'Nuevo Celta Park', 'Luis Montero', 10, 2, 1182000000),
('Tigre de Castilla', 'Toledo', 18, 'Arena Imperial', 'Miguel Vargas', 8, 2, 1205000000),
('Atlético Niebla', 'Oviedo', 18, 'Estadio das Sombras', 'Pedro Serrano', 6, 2, 1229000000),
```

Figura 6: Excerto da inserção de alguns Clubes – DML.sql

```
INSERT INTO Pessoas (Nome, Data_Nascimento, Email, GP_ID_GP)
VALUES
-- Portugal
('André Gomes', '1982-07-10', 'andre.gomes@example.pt', 1),
('Carlos Gomes', '1964-05-18', 'carlos.gomes@example.pt', 1),
('Beatriz Rodrigues', '1967-07-17', 'beatriz.rodrigues@example.pt', 1),
('Rui Costa', '1977-07-16', 'rui.costa@example.pt', 1),
('Beatriz Costa', '1988-05-16', 'beatriz.costa@example.pt', 1),
('Maria Pereira', '1989-11-24', 'maria.pereira@example.pt', 1),
('João Martins', '1968-01-12', 'joao.martins@example.pt', 1),
('Sofia Lopes', '1997-12-09', 'sofia.lopes@example.pt', 1),
('Tiago Silva', '1972-10-21', 'tiago.silva@example.pt', 1),
('Ana Oliveira', '1993-06-02', 'ana.oliveira@example.pt', 1),
```

Figura 7: Excerto da inserção de algumas Pessoas – DML.sql

Foram inseridos dados em todas as áreas funcionais do sistema, possibilitando a validação de todos os relacionamentos, mecanismos de controlo e consultas previstas.

O script completo encontra-se no ficheiro DML.sql incluído na submissão.



## 6 Stored Procedures (Procedimentos Armazenados)

No âmbito da implementação da base de dados, foram desenvolvidas diversas **Stored Procedures** (procedimentos armazenados), que têm como principal objetivo encapsular a lógica de negócio, garantir a integridade dos dados e facilitar a reutilização em operações frequentes de inserção, atualização, análise e validação.

Estas rotinas foram organizadas por áreas funcionais do sistema, assegurando que cada domínio possui procedimentos adequados às suas necessidades operacionais e estatísticas.

### 6.1 Clubes e Jogadores

Foram criados procedimentos como `sp_InserirClube` e `sp_AtualizarClube`, que garantem a não duplicação de nomes e a atualização eficiente de atributos relevantes como treinador, cidade e valor de mercado.

Para os jogadores, a `sp_InserirJogador` permite a inserção de atletas e respetivas posições, enquanto a `sp_TransferirJogador` simula transferências entre clubes, atualizando o valor de mercado e registando automaticamente o impacto financeiro, utilizando transações seguras com `BEGIN TRANSACTION` e `ROLLBACK` em caso de erro.

### 6.2 Arbitragem

O sistema de arbitragem integra procedimentos como `sp_InserirArbitro`, `sp_AtualizarArbitro` e `sp_RemoverArbitro`, que gerem os registos dos árbitros e respetivas estatísticas. Também foram definidos procedimentos para análise de desempenho estatístico, utilizados em dashboards e relatórios visuais da interface gráfica.

### 6.3 Finanças e Bilhética

Na componente financeira, a `sp_CalcularBalancoFinanceiro` e a `sp_InserirOrcamentoClube` avaliam a sustentabilidade dos clubes, com regras que limitam défices orçamentais e percentagens excessivas de salários. A `sp_ReceitaTotalBilhetes` soma a receita obtida por época com base em bilhetes vendidos e preço médio.

### 6.4 Patrocinadores e Investimentos

As SPs associadas a patrocinadores, como `sp_InserirPatrocinador`, `sp_EditarPatrocinador` ou `sp_InvestimentoPatrocinador`, permitem o registo de valores investidos e de parcerias técnicas. Os dados registados são posteriormente utilizados em relatórios financeiros ou mapas de investimento.

### 6.5 Consultas Avançadas e Alertas

A `sp_RelatorioPerformanceCompleto` gera relatórios personalizados por tipo (*Clubes*, *Árbitros*, *Financeiro*), enquanto a `sp_VerificarAlertas` identifica automaticamente situações anómalas como plantéis incompletos, sobrecarga de árbitros ou estádios com fraca ocupação, classificando a gravidade com um código de cor.

## 6.6 Exemplos de Stored Procedures

### Exemplo: Inserção de Jogador

```
EXEC sp_InserirJogador
    @Nome = 'Leandro-Silva',
    @Nacionalidade = 'Portugal',
    @Idade = 20,
    @Clube_Nome = 'Dragoes-do-Minho',
    @Valores_Mercado = 500000,
    @Posicoes = 'AV';
```

Este procedimento insere um novo jogador e adiciona automaticamente as posições em que atua.

### Exemplo: Transferência de Jogador

```
EXEC sp_TransferirJogador
    @Nome = 'Leandro-Silva',
    @NovoClube = 'Atletico-Niebla',
    @NovoValor = 7500000;
```

Atualiza o clube e valor de transferência de um jogador e registra automaticamente o impacto financeiro.

```
-- =====
-- 1. GESTÃO DE CLUBES
-- =====

-- Inserir novo clube
CREATE OR ALTER PROCEDURE sp_InserirClube
    @Nome VARCHAR(128),
    @Cidade VARCHAR(128),
    @Plantel INT,
    @Estádio VARCHAR(256),
    @Treinador VARCHAR(128),
    @Equipa_Tecnica INT,
    @DG_ID_DG INT,
    @Valores_Mercado INT
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;

    BEGIN TRY
        IF EXISTS (SELECT 1 FROM Registo_Clubes WHERE Nome = @Nome)
        BEGIN
            RAISERROR('Clube já existe com este nome.', 16, 1);
            RETURN;
        END

        INSERT INTO Registo_Clubes (Nome, Cidade, Plantel, Estádio, Treinador, Equipa_Tecnica, DG_ID_DG, Valores_Mercado)
        VALUES (@Nome, @Cidade, @Plantel, @Estádio, @Treinador, @Equipa_Tecnica, @DG_ID_DG, @Valores_Mercado);

        PRINT 'Clube inserido com sucesso: ' + @Nome;
    END TRY
    BEGIN CATCH
        PRINT 'Erro ao inserir clube: ' + ERROR_MESSAGE();
        THROW;
    END CATCH
END
GO
```

Figura 8: Excerto do código de sp.inserirClube (Stored.Procedures.sql)

## 6.7 Considerações Técnicas

- Utilização extensiva de IF EXISTS, TRY...CATCH e controlo de transações para garantir robustez;
- Procedimentos adaptados à lógica relacional e às dependências entre tabelas com chaves estrangeiras;
- Retorno de mensagens personalizadas para integração com a interface gráfica;
- Algumas Stored Procedures utilizam controlo manual de auto-incremento para simular chaves primárias, dado que nem todas as tabelas utilizam IDENTITY.

Exemplo de auto-incremento manual (sem IDENTITY):

```
— Gera novo ID incremental com base no maior valor atual
DECLARE @NovoID INT = (
    SELECT ISNULL(MAX(ID_Trans), 0) + 1
    FROM Transferencias
);

— Insercao do registo com o novo ID gerado
INSERT INTO Transferencias (
    ID_Trans, Impacto_Financeiro, Compras, Vendas, DG_ID_DG
)
VALUES (
    @NovoID, @Impacto, @Compras, @Vendas, @DG_ID_DG
);
```

Este exemplo demonstra como gerar manualmente um identificador sequencial único, útil quando a coluna primária não é definida como IDENTITY. A abordagem assegura a integridade referencial e evita conflitos de chave primária em contextos controlados de inserção.

O código completo pode ser consultado no ficheiro `Stored.Procedures.sql` incluído na submissão.

## 7 Funções Definidas pelo Utilizador (UDFs)

As funções definidas pelo utilizador (User Defined Functions – UDFs) foram concebidas para encapsular lógica de consulta estatística recorrente. Estas funções, desenvolvidas em T-SQL, facilitam o acesso a médias e indicadores de desempenho de jogadores, clubes e árbitros, promovendo a reutilização e clareza do código, tanto ao nível das interfaces como nos relatórios internos.

## 7.1 Médias Relacionadas com Jogadores e Clubes

As UDFs nesta categoria são responsáveis por fornecer médias calculadas a partir dos atributos dos jogadores e clubes registados, com base na afiliação por clube ou por liga:

- **ufn\_MediaIdadeJogadoresPorClube(@Clube\_Nome)**  
Devolve a média de idades dos jogadores de um clube específico.
- **ufn\_MediaValorMercadoJogadoresPorClube(@Clube\_Nome)**  
Calcula a média do valor de mercado dos jogadores desse clube.
- **ufn\_MediaValorMercadoClubesPorLiga(@Liga\_ID)**  
Retorna a média dos valores de mercado dos clubes de uma liga.
- **ufn\_MediaValorMercadoJogadoresPorLiga(@Liga\_ID)**  
Fornece a média dos valores de mercado dos jogadores em clubes da liga.

## 7.2 Médias Relacionadas com Árbitros

As seguintes funções calculam médias de desempenho dos árbitros, possibilitando análise detalhada da arbitragem por liga ou a nível global:

- **ufn\_MediaIdadeArbitrosPorLiga(@LigaId)**  
Retorna a idade média dos árbitros que pertencem a uma determinada liga.
- **ufn\_MediaCartoesPorLiga(@LigaId)**  
Devolve a média de cartões atribuídos por árbitro por cada liga.
- **ufn\_MediaTaxaAcertoArbitrosPorLiga(@LigaId)**  
Calcula a média da taxa de acerto dos árbitros na liga indicada.
- **ufn\_MediaIdadeArbitros()**  
Retorna a média de idade global dos árbitros registados.
- **UDF\_MediaTaxaAcerto()**  
Fornece a média global da taxa de acerto de todos os árbitros.

## 7.3 Considerações Técnicas

As funções foram implementadas com tipos `FLOAT` e `DECIMAL(10,2)`, garantindo precisão nas estatísticas. A utilização de `INNER JOINS` permite agrupar dados por clubes e ligas com fiabilidade, mantendo o desempenho e a integridade da consulta.

```

-- Média de cartões por liga (média dos árbitros da liga)
CREATE OR ALTER FUNCTION dbo.ufn_MediaCartoesPorLiga (@LigaId INT)
RETURNS FLOAT
AS
BEGIN
    RETURN (
        SELECT AVG(CAST(ea.Media_Cartoes AS FLOAT))
        FROM Estatisticas_Arbitros ea
        INNER JOIN Arbitros a ON ea.Arb_ID_A = a.ID_A
        INNER JOIN Sistema_Arbitragem sa ON a.SA_ID_SA = sa.ID_SA
        WHERE sa.Liga_ID_Liga = @LigaId
    )
END
GO

```

Figura 9: Excerto real de código UDF — exemplo de média de cartões por liga

```

CREATE OR ALTER FUNCTION dbo.ufn_MediaValorMercadoJogadoresPorLiga (@Liga_ID_Liga INT)
RETURNS FLOAT
AS
BEGIN
    RETURN (
        SELECT AVG(CAST(Jogadores.Valores_Mercado AS FLOAT))
        FROM Jogadores
        INNER JOIN Registo_Clubes ON Jogadores.Clube_Nome = Registo_Clubes.Nome
        INNER JOIN Dados_Gerais ON Registo_Clubes.DG_ID_DG = Dados_Gerais.ID_DG
        WHERE Dados_Gerais.Liga_ID_Liga = @Liga_ID_Liga
    )
END
GO

```

Figura 10: Excerto real de código UDF — exemplo de média de valor de mercado dos jogadores por liga

Todas as funções estão organizadas no ficheiro `UDF.sql`, submetido juntamente com o relatório técnico.

## 8 Triggers e Validações Automáticas

As **triggers** implementadas neste projeto servem para garantir regras de integridade e desencadear ações automáticas quando ocorrem inserções ou atualizações nas tabelas mais críticas do sistema. Estas triggers foram desenhadas principalmente para:

- Validar limites (como tamanho do plantel ou idade mínima/máxima).
- Prevenir inserções inválidas (ex: e-mails mal formatados).
- Gerar registos automáticos de auditoria, como no caso das transferências.
- Assegurar consistência entre dados interligados (clubes, árbitros, orçamento).

## Contexto de Desenvolvimento

É importante referir que **muitas destas triggers foram escritas diretamente no Visual Studio**, durante o desenvolvimento da interface gráfica em C#. Por esse motivo, algumas delas não foram concebidas segundo a prática mais comum (como script externo em SQL Server Management Studio), e **nem todas estão totalmente operacionais no contexto da interface**.

Apesar disso, os blocos criados seguem estrutura SQL válida e incluem validações essenciais, como mostrado a seguir.

```
-- =====
-- 2. TRIGGER: Validação de Idade de Jogadores
-- Garante que jogadores têm idade válida (16-45 anos)
-- =====
CREATE OR ALTER TRIGGER trg_ValidarIdadeJogador
ON Jogadores
AFTER INSERT, UPDATE
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;

    IF EXISTS (SELECT 1 FROM inserted WHERE Idade < 16 OR Idade > 45)
    BEGIN
        ROLLBACK TRANSACTION;
        RAISERROR('Idade do jogador deve estar entre 16 e 45 anos.', 16, 1);
        RETURN;
    END
END
GO
```

Figura 11: Trigger de Validação da Idade do Jogador

## Resumo das Triggers Criadas

- **trg\_ValidarPlantelClube:** Garante que nenhum clube ultrapassa o limite de 35 jogadores.
- **trg\_ValidarIdadeJogador:** Restringe jogadores com menos de 16 ou mais de 45 anos.
- **trg\_AuditoriaTransferencias:** Gera automaticamente um novo registo na tabela **Transferencias** quando um jogador muda de clube.
- **trg\_ValidarOrcamento:** Impede orçamentos com gastos acima de 110% das receitas ou salários acima de 80%.
- **trg\_ValidarArbitro:** Assegura que árbitros tenham nome, nacionalidade, idade e dados consistentes.
- **trg\_ValidarEmailPessoa:** Rejeita inserções com e-mails fora do formato padrão (**algo@dominio.com**).

Estas triggers reforçam a lógica de negócio e ajudam a manter a integridade da base de dados, especialmente durante a interação com a aplicação desenvolvida em C#.

## 9 Índices

Para melhorar o desempenho da base de dados, foi criado um conjunto de índices não clusterizados nas tabelas mais utilizadas, como `Jogadores`, `Registo_Clubes`, `Transferencias`, `Arbitros`, entre outras.

Os índices foram definidos no ficheiro `Indices.sql` e foram pensados com base nas colunas que mais frequentemente são usadas em operações de pesquisa, filtragem e ordenação, como o nome do jogador, nacionalidade, nome do clube ou liga associada.

- Exemplo: `idx_Jogadores_Nacionalidade_Idade` acelera pesquisas por nacionalidade e idade.
- Outro exemplo: `idx_Transferencias_DG` melhora o acesso aos dados financeiros por liga.

### Exemplo de Índice

```
-- Índice composto: Nacionalidade + Idade
CREATE NONCLUSTERED INDEX idx_Jogadores_Nacionalidade_Idade
ON Jogadores (Nacionalidade, Idade)
INCLUDE (Nome, Clube_Nome, Valores_Mercado);
```

Figura 12: Índice composto em `Jogadores(Nacionalidade, Idade)` com colunas incluídas para acesso rápido

**Nota:** Apesar destes índices estarem corretamente criados no SQL Server, **não foram utilizados diretamente na interface C#** desenvolvida. As consultas feitas a partir do Visual Studio são comandos `SELECT` simples e não fazem referência explícita aos índices. No entanto, o SQL Server utiliza os índices de forma automática para otimizar essas operações, sempre que aplicável.

Esta separação entre lógica de aplicação (interface) e otimização de base de dados é comum em projetos reais, onde os índices são definidos a nível estrutural e aproveitados internamente pelo motor de base de dados.

## 10 Interface

Por fim, a interface gráfica foi desenvolvida na aplicação Visual Studio 2022, utilizando a linguagem de programação C#. O nome atribuído ao projeto foi “LigasFutebol”, tendo sido implementados os seguintes formulários:

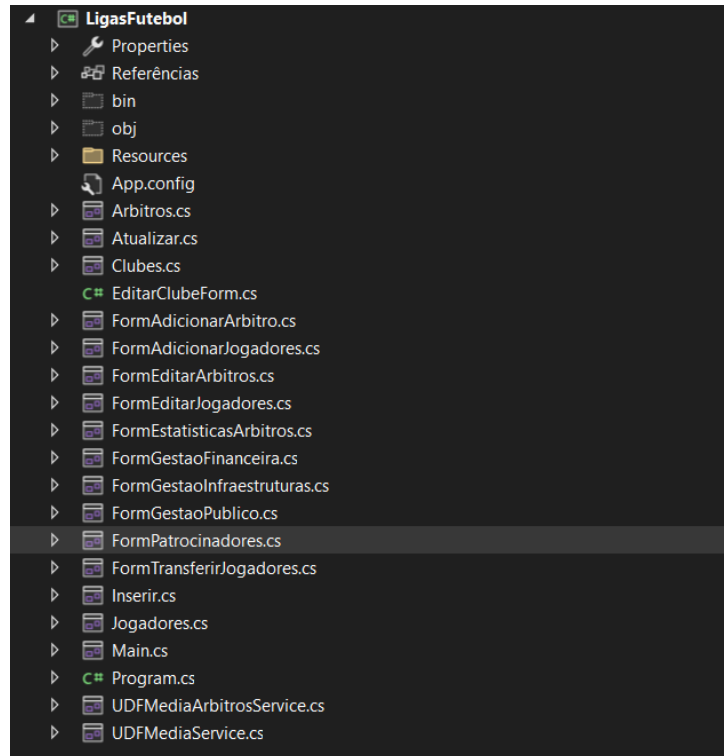


Figura 13: Gerenciador de Soluções

Inicialmente, foi desenvolvido o formulário principal (Main), que ficou com o seguinte aspeto:



Figura 14: Janela Principal da Aplicação



O formulário é composto por diversos botões, todos funcionais e associados a funcionalidades específicas, sustentadas por stored procedures. Cada funcionalidade de gestão invoca várias stored procedures para garantir a coerência e integridade dos dados.

## Gestão de Clubes

Nome	Cidade	Plantel	Estádio	Treinador	Equipa_Tecr	Valores_Merc
Académico de Vila Nova	Vila Nova	18	Estádio Ho...	Marco Leal	8	535500000
Dragões da Bragança	Braga	18	Fortaleza ...	Tiago Cruz	9	407000000
Estrela de Amora	Lisboa	18	Luz Nova ...	Hélder Ven...	8	478000000
Real Troadense	Coimbra	18	Estádio do...	João Mouti...	6	336000000
Vento Luso	Faro	18	Campo do ...	Carlos Que...	7	448500000

Figura 15: Interface da Gestão de Clubes

Nesta secção, é possível realizar pesquisas por liga ou pelo nome do clube. Adicionalmente, permite adicionar, editar ou remover um clube. Ao selecionar um clube e clicar no botão de edição, os respetivos campos são automaticamente preenchidos com os dados atuais do clube, permitindo proceder às alterações desejadas de forma prática e intuitiva.

Figura 16: Edição de Dados de Clube

A funcionalidade de remoção de clubes funciona de forma semelhante: o utilizador seleciona o clube pretendido na grelha e clica no botão “Remover”. Já o botão “Adicionar” abre um formulário idêntico ao da edição, mas com todos os campos de texto e numéricos inicialmente vazios, permitindo o registo de um novo clube.

## Gestão de Jogadores



Interface da Gestão de Jogadores. O formulário superior contém campos para Nome, Nacionalidade, Clube, Idade, Valor de Mercado e Posição, com botões Pesquisar e Limpar. Abaixo, uma tabela lista jogadores com as seguintes colunas: Nome, Nacionalidade, Idade, Clube\_Nome, Valores\_Mercado e Posicoes.

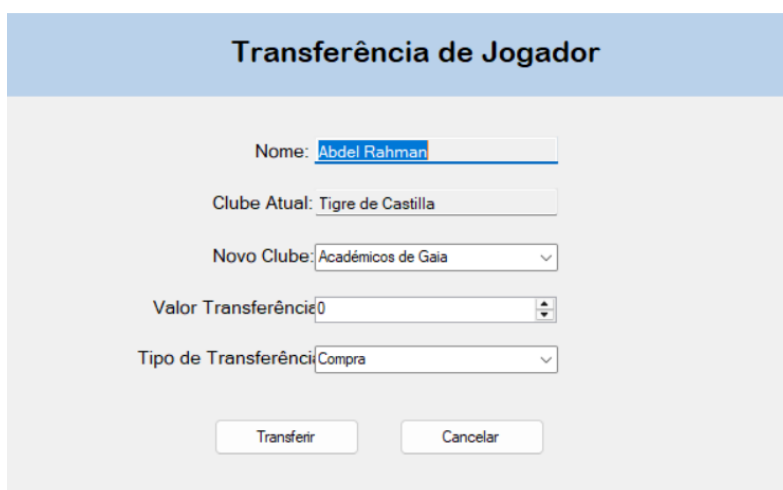
Nome	Nacionalidade	Idade	Clube_Nome	Valores_Mercado	Posicoes
Abdel Rahman	Marrocos	29	Tigre de Castilla	41000000	DEF
Abdul Karim	Gana	28	Estrela de Alifama	33000000	MED
Adrián Morales	Espanha	22	Estrella Roja de ...	12000000	GR
Ahmed Ali	Egito	29	Atlético Niebla	38000000	DEF
Ahmed Farah	Egito	27	Aurora Celtibera	44000000	DEF
Ahmed Farouk	Egito	28	Académicos de ...	50000000	MED
Ahmed Ibrahim	Egito	29	Eisburg Panzer	42000000	DEF
Ahmed Youssef	Egito	25	Drações do Mito	35000000	AV

Na base da interface, há botões para Adicionar, Editar, Transferir, Remover e Atualizar.

Figura 17: Interface da Gestão de Jogadores

Nesta secção, os filtros de pesquisa são mais abrangentes do que na gestão de clubes. É possível procurar jogadores não apenas pelo nome, mas também por nacionalidade, idade, valor de mercado e posição. Esta funcionalidade permite ao utilizador aceder rapidamente ao perfil desejado dentro de um universo alargado de dados.

Para além das opções de edição e remoção, existe um botão adicional: o botão “Transferir”. Este permite registar a transferência de um jogador selecionado para outro clube, com os respetivos dados preenchidos conforme ilustrado de seguida:



Formulário de Transferência de Jogador. O formulário contém os seguintes campos:

- Nome: Abdel Rahman
- Clube Atual: Tigre de Castilla
- Novo Clube: Académicos de Gaia
- Valor Transferência: 0
- Tipo de Transferência: Compra

Na base do formulário, há botões para Transferir e Cancelar.

Figura 18: Formulário de Transferência de Jogador

## Gestão de Árbitros

A seguir, temos a secção dedicada à Gestão dos Árbitros, cuja interface é estruturalmente idêntica à da Gestão de Jogadores. As funcionalidades são semelhantes, permitindo pesquisar, adicionar, editar e remover registos, mas devidamente adaptadas aos atributos e operações específicos dos árbitros.

**Gestão Árbitros:**

Nome:  Nacionalidade:  Idade:

Associação:  Total de Jogos:

	ID_A	Nome	Nacionalidade	Idade	Associação	Num_Total_Jogos
1	1	Rui Valente	Portuguesa	44	Associação de F...	150
2	2	Bruno Cardoso	Portuguesa	41	Associação de F...	135
3	3	Pedro Antunes	Portuguesa	38	Associação de F...	98
4	4	Tiago Moura	Portuguesa	36	Associação de F...	87
5	5	Hugo Teixeira	Portuguesa	33	Associação de F...	70
6	6	Sergio Ramirez	Espanhola	46	Comité de Árbtro...	160
7	7	Iván Torres	Espanhola	40	Comité de Árbtro...	120
8	8	Raúl Márquez	Espanhola	39	Comité de Árbtro...	110

Figura 19: Interface da Gestão de Árbitros

## Outras Áreas de Gestão

De forma resumida, os restantes botões de gestão presentes no menu principal seguem uma lógica semelhante às anteriores, apresentando interfaces funcionais adaptadas a cada domínio. Algumas oferecem funcionalidades mais completas e outras mais simples, consoante a natureza dos dados.

**Gestão de Infraestruturas**

Nome do Estádio:  Capacidade:  Manutenções:

**Gestão de Eventos**

ID Estado:  Evento:

Valor no Menu Principal

**Gestão Financeira**

Nome do Clube:  Académico de Gato:

Recursos:  Margem Transfêrências:  Percentagem Salários (%):  Gastos:

ID Sistema Financeiro:

**Calcular Balanço Financeiro**

ID de Liga:  Campo de Pesquisa:  ID Sistema Financeiro:  Nome do Clube:

Recursos	Gastos	Saldo	Margem Transf.	Percentagem Sal.	Nome	Status Financeiro
50000000	40000000	8000000	8000000	80	Académico de Gato	Positivo
60000000	50000000	10000000	10000000	60	Real Madrid	Positivo
75000000	63000000	12000000	12000000	60	Dragões do M...	Positivo
125000000	105000000	20000000	20000000	65	Verde Lusitã...	Positivo
180000000	145000000	35000000	35000000	68	Estrela de Af...	Positivo

Valor no Menu Principal

**Gestão de Patrocinadores**

Liga:

Valores Patrocinários:

Liga ID:

Parcerias Técnicas:

Clube ID:

Patrocinador ID:

Dinheiro:

ID_P	Liga	Va
1	Liga Portugal	120
2	Liga Portugal	800
3	Liga Portugal	100
4	Liga Espanhola	200

Figura 20: Interfaces de Outras Áreas Funcionais do Sistema

## Gestão do Público

A Gestão do Público apresenta uma ligeira variação face às restantes secções, dado que está estruturada em três abas distintas: **Pessoas**, **Sócios** e **Adeptos**. Cada aba permite gerir os respetivos dados com as funcionalidades comuns de adicionar, editar e eliminar registos, à semelhança das outras áreas de gestão do sistema.

**Pessoas** | Sócios | Adeptos

Nome:

Nascimento:

Email:

ID GP:

Pesquisar Nome:

Nome	Data Nascimento	Email	GP_ID_GP
Amélia Walker	25/01/1991	amelia.walker@exam...	3
Ana López	30/08/1974	ana.lopez@example....	2
Ana Oliveira	02/06/1993	ana.oliveira@exempl...	1
André Gomes	10/07/1982	andre.gomes@exam...	1
Andrés Ruiz	13/06/1996	andres.ruiz@exempl...	2
Beatriz Costa	16/05/1988	beatriz.costa@exam...	1
Beatriz Rodrigues	17/07/1967	beatriz.rodrigues@e...	1
Ben Wagner	22/03/1997	ben.wagner@examp...	4
Carlos García	04/09/1976	carlos.garcia@exam...	2

Figura 21: Aba de Gestão de Pessoas

**Pessoas** | **Sócios** | Adeptos

Nome:

Ranking Adeptos:

Pesquisar Nome:

Nome	Ranking_Num_Adeptos
André Gomes	15420
Beatriz Rodrigues	87231
Carlos García	98312
Emily Johnson	11820
Emma Fischer	75394
George Green	4543
Isla Hill	20697
James Smith	92543
Javier Sánchez	64791

Aba de Gestão de Sócios

**Pessoas** | Sócios | **Adeptos**

Nome:

Ranking Sócios:

Benefícios:

Pesquisar Nome:

Nome	Ranking_Num_Socios	Benefícios_Socios
André Gomes	10250	Desconto em bilhetes, priorid...
Carlos García	65000	Bilhetes com desconto, acess...
Emily Johnson	9200	Acesso VIP a treinos abertos...
Emma Fischer	25000	Newsletter exclusiva, entrada ...
James Smith	54000	Descontos em produtos ofici...
Lucía Martínez	12000	Entrada antecipada no estádi...
Lukas Müller	40000	Desconto em bilhetes de épo...
Maria Pereira	15000	Acesso a eventos exclusivos. ...

Aba de Gestão de Adeptos

Figura 22: Abas Complementares da Gestão do Público

## Estatísticas e Médias

Por fim, é de destacar a utilização de algumas das UDFs desenvolvidas, nomeadamente através de dois botões: o botão "Estatísticas" e o botão de cálculo da "Média".

Na aba de Estatísticas dos Árbitros, foi utilizada especificamente a UDF responsável pelo cálculo da média da taxa de acerto de todos os árbitros. Esta média é apresentada automaticamente aquando do carregamento da interface.

Apesar disso, esta secção teve como principal objetivo:

Permitir a comparação direta entre dois árbitros selecionados na grelha de dados (DataGrid-View) através do botão "Comparar";

Permitir a edição das estatísticas individuais de cada árbitro, incluindo dados como a média de cartões, o tempo médio de decisão ou decisões controversas.

**Estatísticas dos Árbitros**

**Lista de Árbitros**

ID	Nome	Nacionalidade
1	Rui Valente	Portuguesa
2	Bruno Cardoso	Portuguesa
3	Pedro Antunes	Portuguesa
4	Tiago Moura	Portuguesa
5	Hugo Texeira	Portuguesa
6	Sergio Ramirez	Espanhol
7	Iván Torres	Espanhol
8	Raul Márquez	Espanhol
9	Manuel Salas	Espanhol
10	Alejandro Varelá	Espanhol

**Detalhes do Árbitro 1**

Nome: Pedro Antunes  
 Nacionalidade: Portuguesa  
 Idade: 38  
 Média de Cartões: 3  
 Tempo Médio Decisões: 5  
 Decisões Controvertidas: Cartão vermelho contes  
 Taxa de Acerto: 85,00

**Detalhes do Árbitro 2**

Nome: Rui Valente  
 Nacionalidade: Portuguesa  
 Idade: 44  
 Média de Cartões: 4  
 Tempo Médio Decisões: 3  
 Decisões Controvertidas: Penalti duvidoso no clã  
 Taxa de Acerto: 92,00

Selecionar Comparar Média Taxa de Acerto: 88,65 Editar Voltar ao Menu

Figura 23: Interface das Estatísticas dos Árbitros

Para além da média geral da taxa de acerto dos árbitros, foram também utilizadas outras funções definidas pelo utilizador (UDFs), com o objetivo de apresentar médias específicas por liga ou por clube. Estas funções foram aplicadas, por exemplo, para calcular:

- A média de idade dos árbitros por liga;
- A média de cartões mostrados pelos árbitros de uma determinada liga;
- A média da taxa de acerto dos árbitros, também agrupada por liga;

Estas UDFs permitiram enriquecer os painéis estatísticos, fornecendo indicadores agregados úteis à análise comparativa.

Clube: Blackmoor Rangers Liga: 3 Pesquisar

Nome	Cidade	Valores_Mercado
Blackmoor Rangers	Sheffield	1341000000

Nome	Idade	Valores_Mercado	Clube_Nome
Alex Morgan	24	130000000	Blackmoor Range...
Benjamin Clarke	27	95000000	Blackmoor Range...
Callum Hughes	27	28000000	Blackmoor Range...
Carlos Pérez	27	110000000	Blackmoor Range...

Média de Idade dos Jogadores: 25,50  
 Média Valor Mercado Jogadores: 71 722 222,22 €  
 Média Valor Mercado Clubes: 1 321 400 000,00 €  
 Média Valor Mercado Jogadores (Liga): 71 011 111,11 €

Média de Dados dos Jogadores

Árbitro: Liga: Liga Portugal Pesquisar

Nome	Idade	Taxa_Acerto	Media_Cartoes
Rui Valente	44	92	4
Bruno Cardoso	41	88	5
Pedro Antunes	38	85	3
Tiago Moura	36	90	4

Nome	Afiliaca	Nacionalidade	Idade	Num_To	Liga	Taxa_Ac	Media_C
Rui Val...	Associ...	Portug...	44	150	1	92	4
Bruno ...	Associ...	Portug...	41	135	1	88	5
Pedro ...	Associ...	Portug...	38	98	1	85	3
Tiago ...	Associ...	Portug...	36	87	1	90	4

Média de Idade dos Árbitros (Liga): 38,40  
 Média de Cartões dos Árbitros (Liga): 4,20  
 Média Taxa de Acerto Árbitros (Liga): 88,40  
 Média de Idade dos Árbitros (Geral): 38,50

Média de Dados dos Árbitros

Figura 24: Exemplo de utilização de UDFs em dados agregados

## 11 Estrutura da Pasta do Projeto

Dentro do repositório TrabalhoPráticoBD (entregue em ficheiro .zip) é possível encontrar:

- Três imagens dentro do repositório Diagramas: DesenhoConceptual.pdf, EsquemaRelacional.pdf e ER\_SGBD.pdf;
- Uma pasta SourceSQL com scripts .sql organizados por tipo;
- A pasta Apresentação com a apresentação e o vídeo demonstrativo;
- A pasta source com todo o código-fonte da interface gráfica (o ficheiro LigasFutebol.sln abre a solução completa).

### Pasta SQL:

- DDL.sql – Contém a definição de todas as tabelas, chaves primárias, estrangeiras e verificações de integridade;
- DML.sql – Contém as instruções de inserção de dados nas tabelas;
- Indices.sql – Inclui os índices criados para otimização de consultas;
- Stored\_Procedures.sql – Reúne todas as Stored Procedures utilizadas;
- Triggers.sql – Contém os Triggers definidos para validação e auditoria;
- UDF.sql – Inclui as funções definidas pelo utilizador (User Defined Functions);