Bases de Dados

2024/2025

Modelação e Implementação de uma Base de Dados sobre Contratos Públicos

Grupo G2A:

Bruno Souza Zabot (up202302069@up.pt)

Guilherme Ferreira Klippel (up202300276@up.pt)

Isabela Britto Cartaxo (up202300339@up.pt)

Índice

1. Universo da Base de Dados 1
2. UML 2
3. Modelo Relacional 5
4. Povoamento de tabelas 8
5. Interrogações SQL 14
6. Aplicação Python 23
7. Conclusão 26
8. Referências 27

1. Universo da Base de Dados

O universo considerado para a base de dados abrange Contratos Públicos celebrados em Portugal, com foco nos contratos cuja data de celebração ocorre entre janeiro e fevereiro de 2024. Os dados incluem contratos publicados no intervalo entre dezembro de 2023 e fevereiro de 2024, refletindo tanto o período de divulgação quanto de efetivação dos contratos em plataformas governamentais.

A base de dados documenta informações detalhadas de cada contrato, como o tipo e o objeto do contrato, as entidades envolvidas (adjudicantes e adjudicatárias), as datas de publicação e celebração, os valores contratados e as justificativas legais ou técnicas que sustentam os processos.

O âmbito geográfico cobre predominantemente o território português, mas também contempla contratos com locais de execução fora de Portugal, incluindo múltiplos locais de execução quando aplicável. Exemplos de países presentes nos registros incluem Espanha, Alemanha, Arábia Saudita, Quénia, Estados Unidos, Cabo Verde, dentre outros. Para garantir precisão e eliminar redundâncias, as localizações de execução são discriminadas em níveis específicos, como município, distrito e país.

Além disso, o conjunto de dados considera particularidades como contratos vinculados a acordos-quadro e procedimentos centralizados, permitindo uma análise abrangente e detalhada das práticas de contratação pública no período analisado.

Abaixo, encontram-se listadas todas as colunas do dataset original:

Idcontrato, tipoContrato, tipoprocedimento, objectoContrato, adjudicante, adjudicatarios, dataPublicacao, dataCelebracaoContrato, precoContratual, cpv, prazoExecucao, localExecucao, fundamentacao, ProcedimentoCentralizado, DescrAcordoQuadro

2. UML

Após a análise do dataset, foi decidido modelar classes separadas para *TipoContrato* e *TipoProcedimento*, considerando que essas categorias aparecem em múltiplos contratos e, portanto, podem ser reutilizadas. Para a classe de *Fundamentação*, optou-se por criar uma estrutura separada devido à presença de múltiplos componentes. Essa decisão garante que essa coluna atenda à Primeira Forma Normal (1FN), que exige que todos os atributos contenham valores atômicos, ou seja, sem repetições ou grupos de valores em uma única coluna. Essa decisão garante que essa coluna atenda a essa regra. Assim, a *Fundamentação* foi decomposta em atributos como artigo, número, alínea, subalínea e referênciaLegislativa.

De forma similar, o atributo *CPV* foi desmembrado em *CódigoCPV* e *DescriçãoCPV*, enquanto as entidades foram divididas em *NIF* e *Entidade* para manter a integridade dos dados, evitar redundâncias e assegurar a conformidade com a 1FN. Por conta do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) algumas entidades não tem o NIF exposto e o valor é assinalado como RGPD.

No caso do Local de Execução, optou-se por modelar essa informação em três classes distintas: Município, Distrito e País. O município está conectado ao contrato, pois é a classe mais específica. Assim, é possível determinar o distrito e o país a partir do município, mas não o contrário. Essa abordagem foi escolhida em vez de tratá-las como atributos, pois permite um melhor relacionamento com outras entidades, promovendo escalabilidade e reutilização, além de facilitar a adição de metadados específicos para cada nível geográfico. Essa abordagem também visa assegurar que o modelo esteja na 1FN, considerando que, no dataset original, essas informações estavam concentradas em um único atributo.

Para o atributo *Descrição Acordo Quadro*, inicialmente foi considerada a possibilidade de separar os elementos em diferentes atributos, com base nos padrões identificados nos dados. Além do texto descritivo, muitos registos apresentam informações adicionais, como a sigla do instrumento (AQ - Acordo Quadro, PRC - Pedido de Registro de Compras, CP - Contrato de Prestação, etc), um número sequencial (indicando a ordem de emissão, como 306) e o ano de emissão (2023). Alguns exemplos desses formatos incluem:

- AQ 306/2023
- CP 2021-25
- 0029/FISC/2023
- PRC_0006/2023_RHU
- 306/2023
- 2022/56

No entanto, os formatos dos registos são amplamente variados, como pode ser observado nos exemplos acima. Em alguns casos, é fornecida apenas uma descrição textual, ou surgem informações que não se enquadram claramente em uma categoria definida, ou até mesmo elementos cuja classificação é incerta. Exemplos desses casos incluem:

- Acordo Quadro para o fornecimento de combustíveis rodoviários
- Acordo Quadro 04/2021
- ACORDO-QUADRO – DML
- PRC_0507/2021_GAE - O0760
- PRC_0306/2021_GAE - 'EB0722

Essas inconsistências dificultam a criação de uma estrutura uniforme para representar o atributo, especialmente considerando a necessidade de capturar todas as variações possíveis de forma precisa.

Mesmo que os atributos fossem unificados em um único campo, surgiria outro desafio: muitas descrições incluem informações adicionais separadas por diferentes delimitadores, como hífens ("-"), dois-pontos (":"), ou até mesmo o uso de hífens em posições que dificultam a separação correta das informações. Exemplos ilustram essa complexidade:

- CP 2021/60 - Acordo quadro para fornecimento de radiofármacos, às instituições e serviços do SNS
- Acordo Quadro a celebrar com uma única Entidade para a Aquisição de Material de Automação para a Águas do Douro e Paiva, S.A. e SIMDOURO - Saneamento do Grande Porto, S.A.

Nesse caso, a separação com base no hífen dividiria a descrição no local errado, comprometendo a integridade dos dados.

- CP 2021-25: ACORDO QUADRO PARA FORNECIMENTO DE MATERIAL DE INCONTINÊNCIA, PROTEÇÃO CUTÂNEA E ALÍVIO DE PRESSÃO, PARA AS INSTITUIÇÕES E SERVIÇOS DO SNS
- PRC_0306/2021_GAE - 'EB0722 - Empreitada geral de substituições / renovações de infraestruturas do Sistema de Águas da Região do Noroeste

Nesse caso, a separação dividiria esse “identificador” no meio, dificultando a extração correta dos dados.

Outro ponto crítico é que, em algumas situações, as informações complementares aparecem no final da descrição, como em:

- Acordo Quadro para Fornecimento de Gás Natural - AQ/67/2023

Essas variações estruturais tornam o processo de padronização especialmente desafiador e evidenciam a dificuldade de aplicar uma separação consistente com base nos delimitadores presentes nos dados.

Devido à grande diversidade de formatos, separadores e estruturas, métodos automáticos como o split() (por exemplo, em Python) para separar elementos se mostrariam pouco confiáveis, especialmente em situações como:

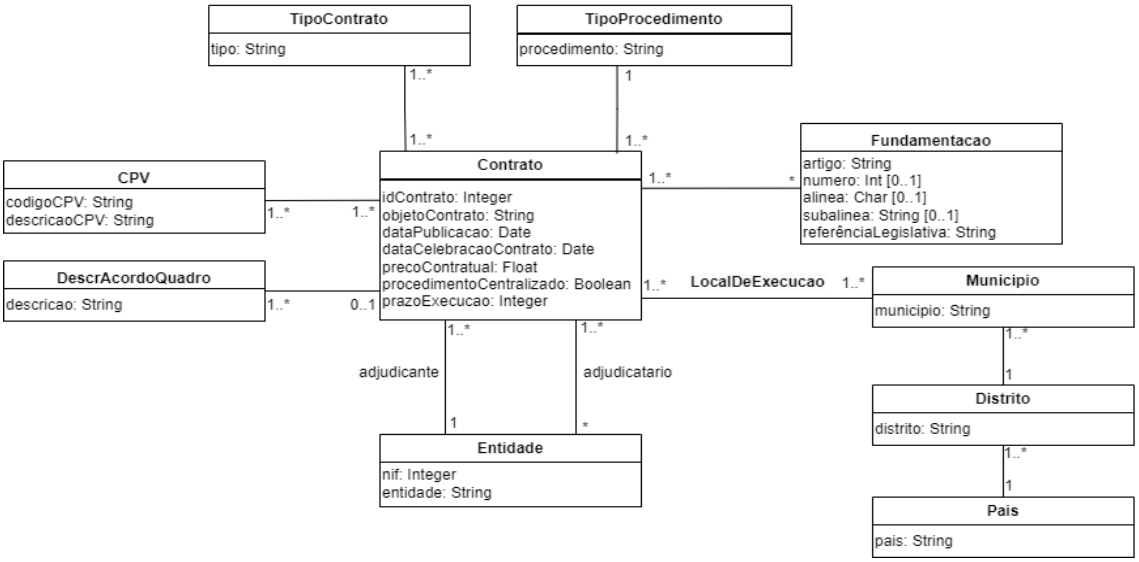
1. Descrições longas e complexas, onde a separação no hífen pode ocorrer em locais indevidos.
2. Alternância de separadores, como o uso de ":" em vez de "-".
3. Casos onde a descrição principal aparece antes ou depois dos dados formais.

Para os demais atributos, decidimos mantê-los dentro da classe Contrato, pois não se repetem o suficiente para justificar a criação de uma classe separada ou não há necessidade dessa separação. Por exemplo, no caso da data de celebração, apesar de existirem datas que se repetem em vários contratos, não faz sentido movê-la para uma classe separada, pois isso aumentaria a complexidade do modelo sem trazer benefícios claros. Ao manter a data dentro da classe Contrato, evitamos a necessidade de associar um novo objeto ou classe para cada ocorrência de uma data, o que tornaria o modelo mais complexo e dificultaria o gerenciamento e a leitura dos dados, além de potencialmente resultar em maior custo de processamento e manutenção.

As escolhas de modelação foram fundamentadas nos princípios de normalização de banco de dados, buscando atender à 1FN e minimizar redundâncias. Sempre que possível, valores reutilizáveis e categorias foram abstraídas para classes separadas, enquanto atributos complexos, mas estáveis, foram mantidos como texto para reduzir a complexidade operacional.

Segue abaixo o diagrama de classes UML, ilustrando as relações entre as classes e destacando os pontos abordados.

Diagrama UML
Contratos públicos



3. Modelo Relacional

Para as classes que poderiam ter mais de uma associação com o Contrato, optamos por criar novas tabelas para representar essas associações. Exemplos disso são as tabelas *CPVsContratos*, *ClassificacoesContratos, Fundamentacoes, LocaisDeExecucao e Adjudicatarios*. Nesses casos, associamos o id do Contrato ao id correspondente da tabela relacionada.

Nos casos em que existe apenas uma associação por contrato, como entre as tabelas *Contratos* e *TiposProcedimentos*, ou entre *Contratos* e *Adjudicantes*, optamos por adicionar uma chave estrangeira (FK) diretamente na tabela *Contratos*, pois não há necessidade de criar uma tabela separada. Isso ocorre porque não há múltiplos atributos por contrato para serem associados, e nem muitos valores nulos que justifiquem essa separação.

Na descrição do acordo quadro, como apenas 30% dos contratos possuem essa descrição, decidimos manter essa informação fora da tabela Contratos para evitar muitos valores NULL. Assim, mesmo havendo apenas uma descrição de acordo quadro por contrato, essa abordagem evita que a tabela *Contratos* contenha muitas entradas nulas.

No caso dos *Locais de Execução*, os dados podem ser fornecidos de três formas: país, distrito e município, país e distrito, ou apenas país. Por isso, optamos por permitir que, quando o distrito ou município não forem informados, esses valores sejam atribuídos como NULL. Por exemplo, se o país for Espanha e o distrito e município não forem fornecidos, eles serão NULL. Como existe um outro atributo de vinculação, podemos ter mais de um atributo NULL nos campos distrito e município. Para garantir a unicidade, a combinação da tupla idPais, distrito ou idDistrito, município é usada, o que assegura que não haja repetições, pois o (idDistrito, NULL) ou (idPais, NULL) será único, mesmo com o valor NULL.

Além disso, optamos por diferenciar os nomes dos atributos em cada tabela para que possamos utilizar o NATURAL JOIN de forma mais intuitiva nas queries, melhorando a legibilidade e facilitando a identificação da tabela a que cada atributo pertence.

Com isso, também conseguimos atingir as exigências para nos enquadrarmos no modelo 2FN e 3FN. A 2FN exige que não existam dependências parciais, ou seja, todos os atributos não chave devem depender completamente da chave primária. No modelo relacional apresentado:

1. Tabelas Associativas:
   Foram criadas tabelas associativas
   como CPVsContratos, ClassificacoesContratos, Fundamentacoes, LocaisDeExecucao e Adjudicatarios para representar as relações muitos-para-muitos entre contratos e outras entidades. Essa abordagem assegura que a tabela principal (por exemplo, Contratos) não armazene dados redundantes que dependam apenas de parte da chave primária, eliminando dependências parciais.

2. Locais de Execução:
   A modelagem de locais de execução em três tabelas separadas
   (País, Distrito e Município) impede que atributos como Município dependam apenas de parte da chave (por exemplo, a chave primária em Contratos). Cada nível de localização é representado por identificadores únicos, garantindo que as dependências sejam completas e não parciais.

3. Tipos de Procedimento:
   A separação da tabela TiposProcedimentos garante que cada tipo de procedimento (procedimento) seja armazenado apenas uma vez e referenciado por meio de uma chave estrangeira (idProcedimento) na tabela Contratos. Isso elimina redundâncias e assegura que o atributo procedimento dependa exclusivamente da chave primária na tabela TiposProcedimentos, contribuindo para atender à 2FN.

4. Entidades:
   A criação de uma tabela separada para Entidades, contendo atributos como NIF e entidade, garante que essas informações sejam armazenadas de forma única e reutilizável. Isso elimina redundâncias e mantém a conformidade com a 2FN, ao garantir que atributos como NIF dependam exclusivamente da chave primária na tabela Entidades.

5. Descrição do Acordo Quadro:
   O fato de manter a Descrição do Acordo Quadro fora da tabela Contratos, devido à baixa ocorrência, ajuda a evitar muitos valores nulos na tabela Contratos. Essa decisão, por sua vez, mantém a integridade da 2FN ao evitar a dependência de atributos não chave que poderiam ter um impacto em uma chave composta.

A 3FN elimina dependências transitivas, assegurando que atributos não chave dependam diretamente apenas da chave primária:

1. Descrição e Código CPV:
   A separação entre o Código CPV e a Descrição CPV garante que não haja dependências transitivas dentro da tabela CPVs. Ambos os atributos dependem diretamente da chave primária, evitando dependências entre atributos não chave.

2. Locais de Execução:
   A modelagem hierárquica entre País, Distrito e Município evita dependências transitivas. A tabela Município está conectada a Distrito e País por chaves estrangeiras, garantindo que as dependências sejam diretas e que as tabelas não contenham atributos não chave que dependam de outros atributos não chave.

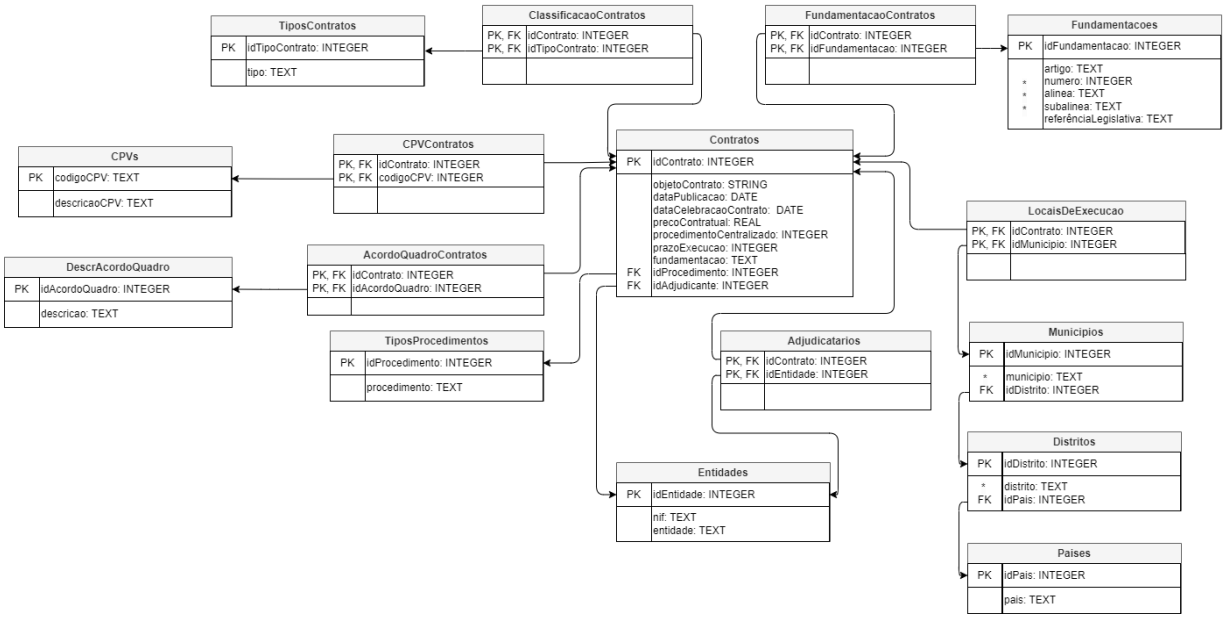
3. Tipos de Procedimento:
   A separação de TiposProcedimentos elimina possíveis dependências transitivas ao garantir que o atributo procedimento dependa exclusivamente de sua chave primária (idProcedimento) na tabela TiposProcedimentos.

4. Entidades:
   A separação de Entidades garante que atributos como NIF e entidade dependam apenas da chave primária da tabela Entidades, eliminando qualquer dependência transitiva com a tabela Contratos.

5. Nomes Diferenciados nos Atributos:
   A escolha de nomes distintos para atributos em diferentes tabelas, como idPais e idContrato, ajuda a evitar ambiguidades e facilita a identificação de qual tabela um atributo pertence. Essa prática promove consultas mais precisas e evita dependências transitivas, pois cada tabela tem seus próprios atributos e chaves que são dependentes apenas da chave primária da tabela.

Por fim, para facilitar a leitura do modelo relacional, é importante observar que cada chave estrangeira (FK) possui uma seta na linha que indica a direção para a chave primária (PK) correspondente da outra tabela.

Modelo Relacional
Contratos públicos



4. Povoamento de tabelas

A criação das tabelas na base de dados foi realizada utilizando **Python** e a biblioteca **sqlite3**, conforme demonstrado nas aulas. Este processo envolveu a definição da estrutura das tabelas, incluindo as chaves primárias (PK) e as chaves estrangeiras (FK), para garantir a integridade referencial dos dados. Abaixo segue um exemplo de código para a criação de uma tabela:

```
# CPV
cur.execute("""
    CREATE TABLE IF NOT EXISTS CPVs (
        codigoCPV TEXT PRIMARY KEY,
        descricaoCPV TEXT NOT NULL
    );
    """)
```

Abaixo segue um exemplo de código para a criação de uma tabela, com vinculação de uma chave estrangeira:

```
cur.execute("""
    CREATE TABLE IF NOT EXISTS CPVContratos (
        idContrato INTEGER NOT NULL,
        codigoCPV TEXT NOT NULL,
        PRIMARY KEY (idContrato, codigoCPV),
        FOREIGN KEY(idContrato) REFERENCES Contratos
        (idContrato),
        FOREIGN KEY(codigoCPV) REFERENCES CPVs
        (codigoCPV)
    );
    """)
```

O **povoamento** das tabelas foi feito utilizando **Python**, juntamente com as bibliotecas **sqlite3**, **openpyxl** e **re**. A fonte de dados utilizada para povoar a base de dados foi o arquivo **ContratosPublicos2024.xlsx**, disponibilizado no **Moodle** da disciplina. Para ler e manipular os dados deste arquivo, utilizamos a biblioteca **openpyxl**, que facilita a extração de dados de planilhas do Excel.

Para garantir a integridade e qualidade dos dados, foram tomadas algumas precauções importantes durante o povoamento:

1. **Limpeza de dados**: todos os valores extraídos foram limpos, removendo espaços desnecessário, para garantir que apenas dados consistentes fossem inseridos na base de dados.

```
def record_exists(cursor, table_name, column_name, value):
    """
    Verifica se um registro existe em uma tabela para um determinado valor em uma coluna.

    Args:
        cursor (sqlite3.Cursor): Cursor para executar consultas no banco de dados.
        table_name (str): Nome da tabela onde a busca será realizada.
        column_name (str): Nome da coluna para filtrar os registros.
        value (str): Valor a ser verificado.

    Returns:
        tuple | None: O registro encontrado ou None se não houver correspondência.
    """
    value = sanitize_values([value])[0]
    query = f"SELECT * FROM {table_name} WHERE {column_name} = ?"
    cursor.execute(query, (value,))
    return cursor.fetchone()
```

2. **Verificação de duplicidade:** antes de inserir qualquer dado, é realizada uma verificação para garantir que não exista registros duplicados. Para isso, foi criado um processo de checagem que verifica a existência de um determinado valor na tabela antes de adicionar o novo valor. Caso o dado já exista na tabela, o código pega o id correspondente a esse valor. Caso contrário, o valor é inserido na tabela e o id gerado é recuperado. Esse processo é essencial para garantir a integridade dos dados e permitir a associação entre as tabelas utilizando o id obtido.

   Além disso, como dito no item 2, por conta do RGPD, tivemos que lidar com os casos em que o NIF das entidades não está exposto. Por conta disso, para não gerar duplicidade, a comparação de duplicidade foi feita utilizando o NIF e o nome da empresa, para que, nos casos RGPD não sejam reconhecidas empresas diferentes como a mesma.

   Por exemplo, para verificar a existência de um tipo de contrato antes de inseri-lo na tabela *TiposContratos*, utilizamos as seguintes funções:

```python
def get_or_insert_single_value(cursor, table_name, column_name, value):
    """
    Verifica se um valor existe em uma tabela e retorna seu ID.
    Caso o valor não exista, insere-o na tabela e retorna o ID da nova linha.

    Args:
        cursor (sqlite3.Cursor): Cursor para executar comandos no banco de dados.
        table_name (str): Nome da tabela.
        column_name (str): Nome da coluna a ser verificada/inserida.
        value (str): Valor a ser verificado ou inserido.

    Returns:
        int: ID do registro existente ou recém-inserido.
    """
    # Verifica se os nomes da tabela e da coluna são válidos
    validate_identifiers(table_name, column_name)

    # Sanitiza o valor de entrada
    value = sanitize_input(value)

    # Verifica a existência do valor na tabela
    found_row = record_exists(cursor, table_name, column_name, value)

    if found_row: # se o valor já foi adicionado retorna o ID do registro encontrado
        return found_row[0]
    elif value: # se ele não foi adicionado e é não nulo, nos o adicionamos na bd
        return insert_one_value(cursor, table_name, column_name, value)
```

```python
def insert_one_value(cursor, table_name, column_name, value):
    """
    Insere um único valor em uma tabela e retorna o ID da nova linha.

    Args:
        cursor (sqlite3.Cursor): Cursor para executar comandos no banco de dados.
        table_name (str): Nome da tabela.
        column_name (str): Nome da coluna onde o valor será inserido.
        value (str): Valor a ser inserido.

    Returns:
        int: ID da linha inserida.
    """
    query = f"""
        INSERT INTO {table_name} ({column_name})
        VALUES (?);
    """
    cursor.execute(query, (value,))
    return cursor.lastrowid
```

3. **Processamento de dados**: Para facilitar a manutenção e melhorar a legibilidade do código, optamos por criar funções específicas para o processamento de cada coluna das tabelas. Isso permitiu isolar as tarefas de processamento, tornando o código mais modular, organizado e de fácil entendimento. Por exemplo, para processar os tipos de contratos, criamos uma função específica dedicada a essa tarefa. Dentro dessa função, chamamos uma função mais geral que executa operações comuns, como a verificação de duplicidade e a obtenção do **id**.

   Além disso, existem casos muito específicos de processamento, como no caso dos **locais de execução**, **entidades** ou **fundamentação**, que exigem um tratamento mais detalhado e customizado. Nestes casos, a criação de funções específicas para cada um desses casos de processamento foi fundamental para garantir a consistência e a clareza do código. A separação das lógicas de processamento em funções distintas ajuda a evitar que o código

se torne confuso e difícil de manter, especialmente quando há diferentes formas de tratar dados dependendo das tabelas ou dos atributos envolvidos.

Dessa forma, cada caso de processamento específico, como os locais de execução, entidades ou fundamentação, fica isolado em sua própria função, o que facilita a manutenção e o entendimento do código à medida que o sistema evolui. Essa separação também torna mais fácil identificar e corrigir possíveis erros, já que cada função trata de uma parte específica do processo.

Por exemplo, a função para processar os **tipos de contratos** pode ser estruturada da seguinte forma:

```python
def process_contract_types(cur, data):
    """
    Processa os tipos de contrato fornecidos e retorna uma lista de IDs dos tipos de contrato correspondentes,
    inserindo-os no banco de dados se necessário.

    Args:
        cur (sqlite3.Cursor): Cursor para executar comandos no banco de dados.
        data (list): Lista de tipos de contrato.

    Returns:
        list: Lista de IDs dos tipos de contrato processados e inseridos no banco de dados.
    """
    return get_ids_from_multiple_values(cur, data, get_or_insert_single_value, "TiposContratos", "tipo")
```

4. **Associação com o contrato**: A associação entre as tabelas foi feita por meio de **chaves estrangeiras (FK)**. No caso de tabelas que precisavam se relacionar diretamente com a tabela **Contratos**. Para isso criamos funções especificas para cada situação, com a mesma justificação do tópico anterior, facilidar a legibilidade e manutenção do código.

   Um exemplo de uma função específica que associa o **id** do contrato com um atributo pode ser a função associate_contract_types. Esta função é responsável por associar o **id** de um contrato com o tipo de contrato correspondente. Ela chama uma função específica para processar os tipos de contrato (como a process_contract_types mostrada anteriormente) para garantir que o tipo seja adicionado à tabela **TiposContratos** caso ainda não exista, e para recuperar o **id** do tipo de contrato. Em seguida, ela chama uma função genérica para realizar a associação entre o **id** do contrato e o **id** do tipo de contrato na tabela de associação.

```python
def associate_contract_types(cur, idContrato, data):
    """
    Associa um contrato a tipos de contrato específicos, inserindo os tipos correspondentes se necessário.

    Args:
        cur (sqlite3.Cursor): Cursor para executar comandos no banco de dados.
        idContrato (int): ID do contrato a ser associado aos tipos de contrato.
        data (list): Lista de tipos de contrato a serem associados.
    """
    idTipoContrato = process_contract_types(cur, data)
    associate_contract_with_values(cur, "ClassificacaoContratos", "idContrato", "idTipoContrato", idContrato, idTipoContrato)
```

5. **Povoamento de Locais de Execução**: Um dos casos mais complexo de povoamento foi o da tabela **LocaisDeExecucao**, pois os dados de localização eram fornecidos de diferentes maneiras: país, distrito e município, ou apenas país e distrito. Por isso, criamos um processo específico para separar corretamente essas informações e garantir que, quando um campo não fosse fornecido (como o distrito ou **município**), esses valores fossem deixados como

NULL. Além disso, o relacionamento entre as localidades foi tratado de maneira a permitir mais de um local associado a um contrato.

```python
def process_location(cursor, location_string):
    locations = location_string.split("|")
    # Divide cada localização nos componentes: país, distrito, município
    parsed_locations = [loc.split(",") for loc in locations]

    municipality_ids = []

    for location in parsed_locations:
        # Obtém o país (obrigatório)
        country = location[0]

        # Obtém distrito e município, se existirem
        district = location[1] if len(location) > 1 else None
        municipality = location[2] if len(location) > 2 else None

        # Insere/obtém o ID do país
        country_id = get_or_insert_single_value(cursor, "Paises", "pais", country)

        # Insere/obtém o ID do distrito (relacionado ao país)
        district_id = get_or_insert_double_value( cursor, "Distritos", "distrito", "idPais", [district, country_id], record_exists_with_two_values)

        # Insere/obtém o ID do município (relacionado ao distrito)
        municipality_id = get_or_insert_double_value( cursor, "Municipios", "municipio", "idDistrito", [municipality, district_id], record_exists_with_two_values)

        # Adiciona o ID do município à lista
        municipality_ids.append(municipality_id)

    return municipality_ids
```

6. **Fundamentação**: Para tratar os dados da coluna **Fundamentação**, utilizamos a biblioteca **re** (expressões regulares). Essa abordagem foi escolhida para separar e processar informações complexas contidas em um único campo, permitindo extrair e organizar os dados de maneira mais eficiente. Além disso, as expressões regulares permitem tratar exceções de forma mais simples.

```python
def process_fundamentations(cursor, raw_data):
    fundamentations = raw_data.split(" e artigo ")

    if(fundamentations[0][-1] == "º"):
        referenciaLegislativa = sanitize_input(
                extract_pattern(fundamentations[1], r"do\s(.+)") or
                extract_pattern(fundamentations[1], r"da\s(.+)") or
                extract_pattern(fundamentations[1], r"dos\s(.+)")
            )
        fundamentations[0] += " do " + referenciaLegislativa

    if(len(fundamentations) == 2 ):
        fundamentations[1] = "artigo " + fundamentations[1]
    ids = []

    for f in fundamentations:

        fundamentation_data = {
            "artigo": sanitize_input(extract_pattern(f, r"artigo\s(\d+)[.º]")),
            "numero": sanitize_input(extract_pattern(f, r"n.º\s(\d),")),
            "alinea": sanitize_input(extract_pattern(f, r"alínea\s([a-zA-Z]+)[)]")),
            "subalinea": sanitize_input(extract_pattern(f, r"subalínea\s([a-zA-Z]+)[)]")),
            "referenciaLegislativa": sanitize_input(
                extract_pattern(f, r"do\s(.+)") or
                extract_pattern(f, r"da\s(.+)") or
                extract_pattern(f, r"dos\s(.+)")
            ),
        }

        if any(fundamentation_data.values()):  # Verifica se há ao menos um valor válido
            ids.append(insert_fundamentation(cursor, fundamentation_data))

    return ids
```

```python
def extract_pattern(text, pattern):
    """
    Extrai o primeiro grupo correspondente ao padrão fornecido em uma string.

    Args:
        text (str): Texto no qual buscar o padrão.
        pattern (str): Expressão regular para busca.

    Returns:
        str: Valor encontrado ou None.
    """
    match = re.search(pattern, text, re.IGNORECASE)
    return match.group(1) if match else None
```

7. **Entidades:** No caso da tabela **entidades**, criamos uma função específica para a separação dos valores, pois, quando há mais de uma entidade, elas são separadas pelo caractere " | ". No entanto, algumas designações de entidades contêm esse caractere, o que exigiria um tratamento especial. Por essa razão, foi necessário criar uma função separada para lidar com essa situação, garantindo que a separação das entidades fosse feita corretamente sem interferir nas designações que já utilizam o caractere " | ".

```python
def handle_entity_values(value_list, index):
    """
    Manipula entradas específicas para o caso de 'Entidades'.

    Args:
        value_list (list): Lista de valores separados por '|'.
        index (int): Índice atual da iteração.

    Returns:
        tuple: Uma tupla contendo:
            - Lista de valores divididos por " - ".
            - Boolean indicando se o próximo valor deve ser ignorado.
    """
    # Verifica se o próximo valor deve ser combinado com o atual
    if index != len(value_list) - 1 and len(value_list[index + 1].split(" - ", 1)) == 1:
        combined_value = value_list[index] + "|" + value_list[index + 1]
        return combined_value.split(" - ", 1), True
    return value_list[index].split(" - ", 1), False
```

8. **Representação do atributo ProcedimentoCentralizado**: A única diferença em relação à representação dos dados fornecidos foi no atributo **ProcedimentoCentralizado**. Embora os valores para este atributo sejam **Sim** ou **Não**, não foi possivel representa-lo como tipo **bool**, uma vez que o SQLite não oferece suporte nativo a esse tipo de dado [1]. Em vez disso, decidimos representá-lo como um **integer**, utilizando o valor **0** para **Não** e o valor **1** para **Sim**, conforme indicado no diagrama UML e no modelo relacional. Essa abordagem garante que os dados sejam armazenados de forma eficiente, ao mesmo tempo que preserva a clareza na interpretação dos valores, facilitando a consulta e manipulação no banco de dados.

Em resumo, o processo de povoamento da base de dados foi cuidadosamente planejado para garantir que todos os dados fossem inseridos de maneira eficiente, limpa e sem duplicações. As fontes de dados utilizadas foram essencialmente o arquivo ContratosPublicos2024.xlsx, e o processo foi automatizado e otimizado utilizando Python com bibliotecas adequadas para manipulação de arquivos Excel e processamento de dados. O código foi estruturado de forma modular, com funções específicas para cada tipo de dado, facilitando a manutenção e a legibilidade do código.

Para obter as tabelas basta executar o script */povoamento/schema.py* e, em sequência, o script */povoamento/seed.py*. O arquivo *contratos_publicos.db* será criado.

Nome da Tabela	Nº de Entradas
Contratos	21748
Entidades	11375
Adjudicatarios	22246
CPVs	2211
CPVContratos	22067
DescrAcordoQuadro	256
AcordoQuadroContratos	3545
TiposContratos	8
ClassificacaoContratos	21911
Paises	18
Distritos	40
Municipios	348
LocaisDeExecucao	23317
TiposProcedimentos	11
Fundamentacoes	79
FundamentacaoContrato	21793

5. Interrogações SQL

As interrogações em SQL foram divididas em três principais categorias: as fáceis, médias e difíceis. Todas as respostas também podem ser verificadas na interface (verificar item 6).

1. Fáceis

1.1. Quais são os tipos de contrato em ordem alfabética?

```
SELECT tipo
FROM TiposContratos
ORDER BY tipo;
```

tipo
Aquisição de bens móveis
Aquisição de serviços
Concessão de obras públicas
Concessão de serviços públicos
Empreitadas de obras públicas
Locação de bens móveis
Outros
Sociedade

1.2. Qual é o valor total dos contratos para cada país e tipo de contrato?

```
SELECT pais, tipo, SUM(precoContratual) AS total
FROM Contratos
NATURAL JOIN LocaisDeExecucao
NATURAL JOIN Municipios
NATURAL JOIN Distritos
NATURAL JOIN Paises
NATURAL JOIN ClassificacaoContratos
NATURAL JOIN TiposContratos
GROUP BY pais, tipo;
```

pais	tipo	total
Alemanha	Aquisição de serviços	192630.15
Arábia Saudita	Aquisição de serviços	103500
Bélgica	Aquisição de serviços	107779.45000000001
Cabo Verde	Aquisição de serviços	8550
Emiratos Árabes Unidos	Aquisição de serviços	15995
Espanha	Aquisição de bens móveis	126748.5
Espanha	Aquisição de serviços	431643.59
Estados Unidos	Aquisição de serviços	716.11
França	Aquisição de serviços	118970
Hungria	Aquisição de serviços	1507.24
Indonésia	Aquisição de serviços	4711.82
Itália	Aquisição de serviços	5400
Panamá	Aquisição de serviços	2405
Países Baixos	Aquisição de serviços	33567.1
Portugal	Aquisição de bens móveis	755882957.0899984
Portugal	Aquisição de serviços	736616764.6600044
Portugal	Concessão de obras públicas	179295
Portugal	Concessão de serviços públicos	1380877.76
Portugal	Empreitadas de obras públicas	404734487.3099999
Portugal	Locação de bens móveis	12727033.450000001

1.3. Qual é o adjudicante com o maior valor de contrato?

```
SELECT entidade AS adjudicante, MAX(precoContratual) AS
valor_maximo
FROM Contratos
JOIN Entidades ON idAdjudicante = idEntidade;
```

adjudicante	valor_maximo
Infraestruturas de Portugal, S. A.	44912900.05

1.4. Qual é o NIF e a designação dos adjudicatários que têm contratos em Portugal e têm prazo de execução inferior a 365 dias?

```
SELECT nif, entidade
FROM Contratos
NATURAL JOIN LocaisDeExecucao
NATURAL JOIN Municipios
NATURAL JOIN Distritos
NATURAL JOIN Paises
NATURAL JOIN Adjudicatarios
NATURAL JOIN Entidades
WHERE prazoExecucao < 365
GROUP BY idEntidade; -- pois, um adjudicatario pode estar em mais de um contrato
```

nif	entidade
505111667	Urbe - Consultores Associados, L.da
506093190	Penasegur - Mediação de Seguros, Lda
510382258	SOCIASFALTOS ASFALTAGEM DE VIAS DE COMUNICAÇÃO UNIPESSOAL LDA
508725895	Ambicalendário - Unipessoal, Lda
501689168	Lusitânia Companhia de Seguros, S.A.
513718117	Enfeites Prometidos, Jardinagem Unipessoal, Lda.
RGPD	Eduarda Manuela da Cunha Ribeiro
515487996	SEBIA-FABRICO DE APARELHOS BIOQUÍMICOS
502755369	FCC ENVIRONMENT PORTUGAL, S.A.
502991771	Nuno Cerejeira Namora, Pedro Marinho Falcão & Associados - Sociedade de ...
513606831	Dourolimpe, Lda
504594214	STRYKER PORTUGAL PRODUTOS MEDICOS UNIP., LDA
504652885	Nautiradar - Sistemas Marítimos de Electrónica e de Telecomunicações, Lda.
508306000	Lubrifuel Lda
511041721	MANUEL MARTINS VIEIRA & FILHOS LDA
503347345	BAXTER – MÉDICO FARMACÊUTICA, LDA.
503070220	Fresenius Medical Care Portugal, SA
501169580	LABESFAL, Laboratório Almiro S.A.
503504564	EDP Comercial-Comercialização de Energia, S.A.
503934640	ALLOGA LOGIFARMA

1.5. Quais são os adjudicatários que começam com a letra “M”?

```
SELECT entidade
FROM Entidades
NATURAL JOIN Adjudicatarios
WHERE entidade LIKE "M%";
```

entidade
MANUEL MARTINS VIEIRA & FILHOS LDA
MEO – Serviços de Comunicações e Multimédia, S.A.
Medtronic
Medialivre, S.a.
MERCK SHARP DOHME
Merck. S.A.
Medicinália Cormedica - Com. Prod. Médicos Hospitalares Lda
Mundinter, SA
MERCK SHARP DOHME
Medicinália Cormedica - Com. Prod. Médicos Hospitalares Lda
MULTITEMPO - Empresa de Trabalho Temporário, Lda
MEDTRONIC PORTUGAL, LDA
Mariana Alice Monteiro da Costa Pinto
MULTITRAB - TRABALHO TEMPORÁRIO, LDA.
Magoflor - Jardins do Magoito, Lda
METAS DIÁRIAS - TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS, LDA.
Mundinter, SA
Medicinália Cormedica - Com. Prod. Médicos Hospitalares Lda
MESTRE ALIMENTAR - COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTARES

2. Médias

2.1. Qual é o número de contratos em cada tipo diferente de procedimento?

```
SELECT COUNT(idcontrato) as quantidade, procedimento as tipo_procedimento
FROM contratos
NATURAL JOIN tiposProcedimentos
GROUP BY idProcedimento
```

quantidade	tipo_procedimento
5135	Consulta Prévia
9497	Ajuste Direto Regime Geral
3272	Concurso público
3092	Ao abrigo de acordo-quadro (art.º 259.º)
578	Ao abrigo de acordo-quadro (art.º 258.º)
1	Consulta prévia ao abrigo do artigo 7º da Lei n.º 30/2021, de 21.05
56	Consulta Prévia Simplificada
34	Concurso limitado por prévia qualificação
26	Setores especiais – isenção parte II
55	Contratação excluída II
2	Concurso público simplificado

2.2. Qual o nome do adjudicatário que tem o maior número de contratos realizados?

```
SELECT entidade, COUNT(idContrato) AS num_contratos
FROM Contratos
NATURAL JOIN Adjudicatarios
NATURAL JOIN Entidades
GROUP BY idEntidade
ORDER BY num_contratos DESC
LIMIT 1;
```

entidade	num_contratos
Generis Farmaceutica SA	205

2.3. Qual o total de contratos realizados em cada distrito (que tenha o campo distrito cadastrado) que tenha descrição de acordo quadro e data de publicação entre 10/01/2024 e 13/01/2024, inclusive?

```
SELECT distrito, COUNT(idContrato) AS total
FROM Contratos
NATURAL JOIN AcordoQuadroContratos -- pega só os que tem descrição acordo quadro
NATURAL JOIN LocaisDeExecucao
NATURAL JOIN Municipios
NATURAL JOIN Distritos
WHERE dataPublicacao > '2024-01-10'
AND  dataPublicacao < '2024-01-14'
AND distrito IS NOT NULL -- retira os distritos que não foram cadastrados
GROUP BY distrito;
```

distrito	total
Braga	1
Braganca	4
Castelo Branco	3
Coimbra	2
Leiria	1
Lisboa	48
Portalegre	9
Porto	12
Vila Real	2
Viseu	13

2.4. Quais municípios cadastrados não possuem contratos que sejam procedimentos centralizados? Ordene os municípios por ordem crescente.

```
WITH municipiosCentra AS ( -- municipios com contratos com
procedimentos centralizados
    SELECT idMunicipio
    FROM Contratos
    NATURAL JOIN LocaisDeExecucao
    NATURAL JOIN Municipios
    WHERE procedimentoCentralizado = "Sim"
    GROUP BY idMunicipio
)
SELECT municipio
FROM Municipios
WHERE idMunicipio NOT IN municipiosCentra
AND municipio IS NOT NULL
ORDER BY municipio;
```

municipio
Abrantes
Aguiar da Beira
Alandroal
Albergaria-a-Velha
Albufeira
Alcanena
Alcobaça
Alcochete
Alcoutim
Alcácer do Sal
Alenquer

2.5. Qual é o NIF e a designação dos adjudicantes com pelo menos 5 contratos, e quais são objectos contrato associados a cada contrato um desses contratos? Ordene a designação por ordem crescente.

```
WITH Adjudicantes5Cont AS ( -- retorna o id dos adjudicantes com
pelo menos 5 contratos
    SELECT idAdjudicante
    FROM Contratos
    JOIN Entidades ON idAdjudicante = idEntidade
    GROUP BY idAdjudicante
```

```
    HAVING COUNT(idContrato) <= 5
)
SELECT nif, entidade AS designacao, objetoContrato
FROM Contratos
JOIN Entidades ON idAdjudicante = idEntidade
WHERE idAdjudicante IN Adjudicantes5Cont
ORDER BY entidade;
```

nif	designacao	objetoContrato
500980896	A ARCIAL - Associação para Recuperação de Cidadãos Inadaptados de Oliveira do Hospital	Procedimento 15/2023 - Aquisição de bens alimentares e diversas mercadorias para o curso de
515620491	ABMG - Águas do Baixo Mondego e Gândara, E. I. M., S. A.	Aquisição de fardamento
515620491	ABMG - Águas do Baixo Mondego e Gândara, E. I. M., S. A.	Aquisição de fardamento
508313694	ACA - Associação Casa da Arquitectura	AD 01.2024 - Cooperação para a coorganização e coprodução da exposição Casa, Corpo, Cidad
508313694	ACA - Associação Casa da Arquitectura	AD 02.2024 - Fornecimento, instalação e configuração de controlos de acessos e de retentores
508313694	ACA - Associação Casa da Arquitectura	CP(AQ) 01.2024 - Visitas virtuais e conceções em 3D de espaços
500971293	ACISO - Associação Empresarial Ourém - Fátima	Aquisição de serviços de contabilidade e fiscalidade
500971293	ACISO - Associação Empresarial Ourém - Fátima	Aluguer de Equipamento Audiovisual e assistência Técnica no âmbito dos XI Workshops Interna
500971293	ACISO - Associação Empresarial Ourém - Fátima	Serviços de Transfers de Transporte Rodoviário no âmbito dos XI Workshops Internacionais de
500971293	ACISO - Associação Empresarial Ourém - Fátima	Aquisição de Refeições para os XI Workshops Internacionais de Turismo Religioso
508976790	ACPMR - Associação Cluster Portugal Mineral Resources	FOTOGRAFIA, REPORTAGENS E VÍDEOS PARA A PROMOÇÃO ONGOING E DE RESULTADOS DA
503393088	AD ELO Associação de Desenvolvimento Local da Bairrada e Mondego	Fornecimento de Sistema Fotovoltaico de Autoconsumo e Carregador elétrico.
507611977	ADC - Águas da Covilhã, E. M.	Aquisição de Serviços de Seguros
503177539	ADD - Associação de Desenvolvimento do Dão	Aquisição de serviços de consultoria que permita a implementação do evento Aldeias em Festas
504853198	ADEMINHO - Associação para o Desenvolvimento do Ensino Profissional do Alto Minho Interior	Fornecimento de refeições, na modalidade de confeção nos refeitórios dos polos de Paredes de
503844209	ADER-AL - Associação para o Desenvolvimento do Espaço Rural do Norte do Alentejo	Aquisição de prestação de serviços Deslocação Ilhas de São Tomé e do Príncipe, no âmbito do
503844209	ADER-AL - Associação para o Desenvolvimento do Espaço Rural do Norte do Alentejo	Aquisição de serviços para Prestação de Serviços de Contabilidade
503844209	ADER-AL - Associação para o Desenvolvimento do Espaço Rural do Norte do Alentejo	Aquisição de prestação de serviços Análise de temas europeus comuns
503844209	ADER-AL - Associação para o Desenvolvimento do Espaço Rural do Norte do Alentejo	Aquisição de prestação de serviços Passagens aéreas Lisboa – San Francisco – Lisboa, no âmbi

3. Difíceis

3.1. Qual o ID e o código CPV do contrato com o maior valor em cada país? Ordene por ordem decrescente de valor de contrato e em sequida por ordem crescente do codigoCPV.

```
WITH MaiorValorPorPais AS (
    SELECT
        idContrato,
        precoContratual,
        idPais,
        pais AS nomePais
    FROM Contratos
    NATURAL JOIN LocaisDeExecucao
    NATURAL JOIN Municipios
    NATURAL JOIN Distritos
    NATURAL JOIN Paises
    WHERE precoContratual IS NOT NULL
    GROUP BY idPais
    HAVING precoContratual = MAX(precoContratual)
)SELECT
    MVPC.idContrato,
    CP.codigoCPV,
    MVPC.nomePais,
    MVPC.precoContratual AS valorContrato
FROM MaiorValorPorPais MVPC
NATURAL JOIN CPVContratos CP
ORDER BY  valorContrato desc, CP.codigoCPV ASC;
```

idContrato	codigoCPV	nomePais	valorContrato
10583932	45233110-3	Portugal	44912900.05
10464677	79956000-0	Espanha	196500
10451823	79340000-9	Alemanha	118970
10451823	79340000-9	França	118970
10543888	73100000-3	Arábia Saudita	73500
10526728	79951000-5	Bélgica	44500
10523162	50212000-4	Reino Unido	39281.33
10549688	79342200-5	Áustria	33567.1
10549688	79342200-5	Países Baixos	33567.1
10549688	79342200-5	Suiça	33567.1
10546627	60161000-4	Emiratos Árabes Unidos	15995
10540269	63510000-7	Quénia	9825.06
10588089	63000000-9	Cabo Verde	8550
10541441	55520000-1	Itália	5400

3.2. Quais são os tipos de contrato que tiveram a data de celebração no dia 15/01/2024, com a contagem de contratos por município?

```
SELECT
    TC.tipo AS tipoContrato,
    M.municipio,
    COUNT(C.idContrato) AS quantidadeContratos,
    DATE(C.dataCelebracaoContrato) AS dia
FROM Contratos C
JOIN LocaisDeExecucao L ON C.idContrato = L.idContrato
JOIN Municipios M ON L.idMunicipio = M.idMunicipio
JOIN TiposContratos TC ON C.idProcedimento = TC.idTipoContrato
WHERE DATE(C.dataCelebracaoContrato) = '2024-01-15'
GROUP BY TC.tipo, M.municipio, dia
ORDER BY TC.tipo, M.municipio;
```

tipoContrato	municipio	quantidadeContratos	dia
Aquisição de bens móveis	Albergaria-a-Velha	1	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Alcobaça	1	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Almada	2	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Almeirim	1	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Alpiarça	1	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Amadora	2	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Arcos de Valdevez	3	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Aveiro	3	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Barcelos	1	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Beja	1	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Benavente	1	2024-01-15
Aquisição de bens móveis	Braga	2	2024-01-15

3.3. Qual é o valor médio dos contratos para cada tipo de procedimento em cada distrito?

```
WITH MediaPorTipoProcedimentoDistrito AS (
```

```
    SELECT
        D.distrito,
        TP.procedimento AS tipoProcedimento,
        ROUND(AVG(C.precoContratual), 2) AS mediaValor
    FROM Contratos C
    JOIN LocaisDeExecucao L ON C.idContrato = L.idContrato
    JOIN Municipios M ON L.idMunicipio = M.idMunicipio
    JOIN Distritos D ON M.idDistrito = D.idDistrito
    JOIN    TiposProcedimentos    TP    ON    C.idProcedimento    =
TP.idProcedimento
    WHERE C.precoContratual IS NOT NULL
      AND D.distrito IS NOT NULL
    GROUP BY D.distrito, TP.procedimento
)
SELECT *
FROM MediaPorTipoProcedimentoDistrito
ORDER BY distrito, tipoProcedimento;
```

distrito	tipoProcedimento	mediaValor
Aveiro	Ajuste Direto Regime Geral	22036.01
Aveiro	Ao abrigo de acordo-quadro (art.º 258.º)	103742.86
Aveiro	Ao abrigo de acordo-quadro (art.º 259.º)	39296.97
Aveiro	Concurso limitado por prévia qualificação	1082287
Aveiro	Concurso público	211186.65
Aveiro	Consulta Prévia	21570.04
Aveiro	Consulta Prévia Simplificada	205000
Beja	Ajuste Direto Regime Geral	15753.9
Beja	Ao abrigo de acordo-quadro (art.º 258.º)	319702.07
Beja	Ao abrigo de acordo-quadro (art.º 259.º)	34800.81
Beja	Concurso público	449374.22

3.4. Qual é a fundamentação que mais aparece em cada distrito?

```
WITH FundamentacaoPorDistrito AS (
    SELECT
        d.distrito,
        f.artigo,
        f.numero,
        f.alinea,
        f.referenciaLegislativa,
        (COALESCE(f.artigo, '') || ' ' ||
         COALESCE(f.numero, '') || ' ' ||
         COALESCE(f.alinea, '') || ' - ' ||
         COALESCE(f.referenciaLegislativa, '')) AS fundamentacao,
        COUNT(*) as total
    FROM LocaisDeExecucao le
    NATURAL JOIN Municipios m
    NATURAL JOIN Distritos d
    NATURAL JOIN FundamentacaoContratos fc
    NATURAL JOIN Fundamentacoes f
    GROUP    BY    d.distrito,    f.artigo,    f.numero,    f.alinea,
f.referenciaLegislativa, fundamentacao
),
```

```
MaxFundamentacao AS (
    SELECT
        distrito,
        MAX(total) as max_total
    FROM FundamentacaoPorDistrito
    GROUP BY distrito
)
SELECT
    fpd.distrito,
    fpd.artigo,
    fpd.numero,
    fpd.alinea,
    fpd.referenciaLegislativa,
    fpd.fundamentacao,
    fpd.total
FROM FundamentacaoPorDistrito fpd
NATURAL JOIN MaxFundamentacao mf
WHERE fpd.total = mf.max_total
ORDER BY fpd.distrito;
```

distrito	artigo	numero	alinea	referenciaLegislativa	fundamentacao	total
Aveiro	20	1	c	Código dos Contratos Públicos	20 1 c - Código dos Contratos Públicos	284
Beja	20	1	d	Código dos Contratos Públicos	20 1 d - Código dos Contratos Públicos	127
Braga	20	1	c	Código dos Contratos Públicos	20 1 c - Código dos Contratos Públicos	521
Braganca	259	NULL	NULL	Código dos Contratos Públicos	259 - Código dos Contratos Públicos	237
Castelo Branco	20	1	d	Código dos Contratos Públicos	20 1 d - Código dos Contratos Públicos	119
Coimbra	20	1	c	Código dos Contratos Públicos	20 1 c - Código dos Contratos Públicos	299
Distrito não determinado	20	1	a	Código dos Contratos Públicos	20 1 a - Código dos Contratos Públicos	12
Faro	20	1	b	Código dos Contratos Públicos	20 1 b - Código dos Contratos Públicos	248
Guarda	259	NULL	NULL	Código dos Contratos Públicos	259 - Código dos Contratos Públicos	235
Leiria	20	1	c	Código dos Contratos Públicos	20 1 c - Código dos Contratos Públicos	226
Lisboa	20	1	d	Código dos Contratos Públicos	20 1 d - Código dos Contratos Públicos	1385
Portalegre	259	NULL	NULL	Código dos Contratos Públicos	259 - Código dos Contratos Públicos	106
Porto	20	1	c	Código dos Contratos Públicos	20 1 c - Código dos Contratos Públicos	681
Portugal Continental	24	1	c	Código dos Contratos Públicos	24 1 c - Código dos Contratos Públicos	6

3.5. Quais municípios não possuem contratos cujo valor contratual seja superior 1.000.000 euros? E para cada um desses municípios mostre o contrato de maior valor.

```
WITH MunicipiosSemContratosAltos AS (
    SELECT DISTINCT m.municipio,
           MAX(c.precoContratual) AS valorMaisProximo
    FROM Municipios m
    NATURAL JOIN LocaisDeExecucao le
    NATURAL JOIN Contratos c
    WHERE m.idMunicipio NOT IN (
        SELECT DISTINCT m2.idMunicipio
        FROM Municipios m2
        NATURAL JOIN LocaisDeExecucao le2
        NATURAL JOIN Contratos c2
        WHERE c2.precoContratual > 1000000
    )
    AND m.municipio IS NOT NULL
    GROUP BY m.municipio
    HAVING MAX(c.precoContratual) IS NOT NULL
)
SELECT
    municipio,
    valorMaisProximo
FROM MunicipiosSemContratosAltos
ORDER BY municipio;
```

municipio	valorMaisProximo
Abrantes	81351.77
Aguiar da Beira	229929.2
Alandroal	179377.2
Albufeira	695879.91
Alcanena	158900
Alcobaça	577800
Alcoutim	57747.94
Alcácer do Sal	407986.47
Alenquer	469146.18
Alijó	352923.09
Aljezur	112860
Aljustrel	574000
Almeirim	488775

Uma versão com uma melhor formatação e amostragem encontra-se na interface do item abaixo.

6. Aplicação Python

A aplicação em Python foi feita com base em Flask e implementa diversos endpoints que tem o objetivo de esclarecer e mostrar a maior quantidade de dados da base de dados dos contratos públicos. A interface funciona com base em três scripts: db.py, server.py e app.py.

Para executar e conferir o funcionamento da interface basta executar o script *interface/server.py*, com o arquivo .db da base de dados criado e disponível no diretório correspondente ao indicado no script *server.py*.

1. db.py

   Esse script contém as funções que implementam as consultas em SQL, via SQLite3. A principal função é a execute:

```python
def execute(sql,args=None):
    global DB
    sql = re.sub('\s+',' ', sql)
    logging.info('SQL: {} Args: {}'.format(sql,args))
    return DB['cursor'].execute(sql, args) \
        if args != None else DB['cursor'].execute(sql)
```

   Essa função recebe um código em SQL e, utilizando a base de dados, retorna o resultado que pode ser consultado.

2. server.py
   É responsável por inicializar a interface na porta 9000 e também se conecta a base de dados, permitindo a realização de consultas.

3. app.py
   Script contém todas as queries responsáveis pela busca e criação de endpoint para mostrar as informações. No dicionário "queries" encontra-se todo o código SQL das queries.

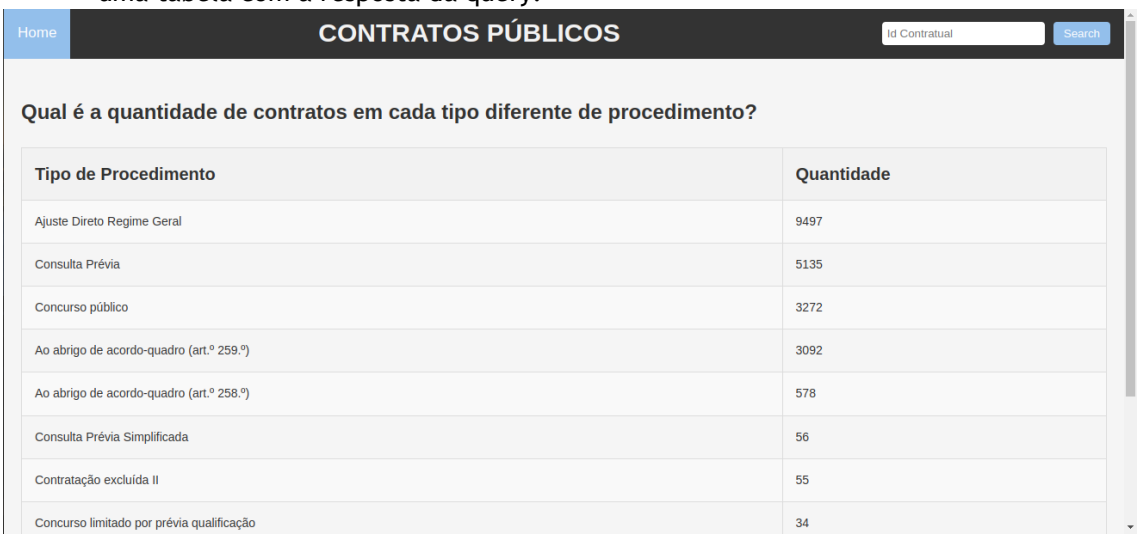
```python
def routing(page, qnt):
    def route_func():
        if qnt == 1:
            contratos = db.execute(queries[page]).fetchone()
        else:
            contratos = db.execute(queries[page]).fetchall()
        print(f"Query results for {page}: {contratos}")  # Debugging statement
        return render_template(page + '.html', contratos=contratos)
    route_func.__name__ = page  # Ensure unique function name
    if(page == "index"):
        APP.route("/")(route_func)
    else:
        APP.route("/" + page)(route_func)
```

   A função "routing" é responsável pela criação e envio de informações ao HTML com base em dois parâmetros. O "page" que identifica a respectiva página e qual query irá utilizar do dicionário. Além disso recebe o argumento "qnt" que é responsável por verificar a quantidade de resultados da query, ou seja, 1 para que seja mostrado somente o primeiro resultado e 2 ou mais para que sejam mostrados mais resultados.

Além dos três scripts, a interface em Flask define um HTML base (“base.html”), em que consta o header com o retorno a página inicial e uma função de procura pelo ID do contrato. Para todas as outras páginas se encontram seus respectivos HTMLs representando um endpoint da aplicação. Os principais endpoints estão listados abaixo:

1. / (index.html)
   A página inicial da aplicação, com o header, um resumo inicial dos contratos, com o número de contratos e o valor total dos contratos (somados), e três divisões indicando todas as questões divididas por dificuldade.

2. /p1 ... /p15
   As páginas das perguntas, que correspondem ao header, um título com a pergunta e uma tabela com a resposta da query.



3. /search

Esse endpoint é o mecanismo de pesquisa, do canto superior direito, em que é retornado o id, objeto do contrato e preço contratual.

```python
# Search by ID
@APP.route('/search')
def search():
    """
    Handles the search functionality by contract ID.

    Returns:
        str: The rendered template with search results or an error message.
    """
    id = request.args.get('id')
    search_value = request.args.get('search_value')
    if id:
        data = db.execute('''
            SELECT idContrato , objetoContrato, precoContratual
            FROM contratos
            WHERE idContrato = ?''', [id]).fetchone()
    if data:
        return render_template('search_result.html', data=data, search_value=search_value)
    else:
        return "Id não encontrado."
```

A função de busca utiliza o recurso de parametrização do Flask, o que evita ataques maliciosos de SQL Injection.

Endpoint	Descrição
/	Página inicial com acesso a todas as perguntas e mecanismo de busca
/p1 ... /p15	Tabela com a resposta para a pergunta selecionada
/search?id=(...)	Página com os dados do contrato buscado

7. Conclusão

Nesse trabalho, nosso grupo se dedicou a criar um modelo de base de dados focado nos contratos públicos celebrados em 2024. Começamos entendendo o universo dos dados, analisando as informações relevantes e, com base nisso, montamos o modelo UML para organizar as classes e os relacionamentos.

Ao longo do desenvolvimento, fomos ajustando o modelo relacional, sempre buscando seguir as formas normais (1FN, 2FN e 3FN). Fizemos isso para garantir que os dados ficassem organizados, sem redundâncias e fáceis de consultar. Além disso, tomamos cuidado com detalhes, como evitar muitos valores nulos, para que o banco fosse o mais eficiente possível.

Na hora de povoar as tabelas, usamos Python com as bibliotecas sqlite3, openpyxl e re, o que facilitou muito o trabalho com os dados reais. Criamos funções específicas para tratar cada coluna, deixando o código modular e mais fácil de entender. Um dos maiores desafios foi lidar com as descrições variadas dos contratos, mas conseguimos criar uma lógica que tratasse essas diferenças de forma consistente.

Além disso, fizemos várias consultas SQL para explorar os dados, respondendo a perguntas que iam desde coisas simples até questões mais complexas com o intuito de colocar em prática tudo aquilo que aprendemos nas aulas de base de dados e demonstrar que o modelo que construímos está preparado para análises detalhadas.

Por fim, exploramos como nosso modelo poderia se relacionar em uma interface web, buscando realizar as queries via Flask em um navegador e utilizar input de um usuário (busca pelo ID do contrato) para se comunicar com nossa Base de Dados. Uma versão completa do trabalho pode ser conferida no seguinte repositório do GitHub https://github.com/bzabot-CS/databases.

8. Referências

[1] SQLite Documentation. Boolean Datatype. Disponível em: https://www.sqlite.org/datatype3.html#boolean_datatype. Acesso em: 7 dez. 2024.

SQLite Documentation. Disponível em: https://www.sqlite.org/docs.html. Acesso em 8 dez. 2024.

Flask Documentation. Disponível em: https://flask.palletsprojects.com/en/stable/. Acesso em 8 dez. 2024.