



**Universidade do Minho**

Licenciatura em Engenharia Informática

## **Unidade Curricular de Bases de Dados**

Ano Letivo de 2023/2024

### **Agência de Detetives - “Sem-Provas”**

**Afonso Gregório de Sousa A104262**

**Filipa Oliveira da Silva A104167**

**Maria Cleto Rocha A104441**

**Mário Rafael Figueiredo da Silva A104182**

**Maio, 2024**

Data de Recepção	
Responsável	
Avaliação	
Observações	

## Resumo

Este projeto foi-nos proposto na cadeira Base de Dados, lecionada na Universidade do Minho, pelo docente Orlando Belo. O tema do trabalho gira em torno da criação e implementação de uma base de dados para uma agência de detetives fictícia (ou não) e divide-se em duas grandes fases. A primeira engloba principalmente o levantamento e análise de requisitos, a criação de um modelo conceptual a partir dos mesmos e, no final, a adaptação para um modelo lógico. Já a segunda trata-se de uma fase muito mais prática, visto que é nesta onde, após já termos as bases suficientes prontas da primeira fase, criamos o código e o software da base de dados em si.

Como será explicado detalhadamente mais à frente, decidimos criar a empresa “imaginária” “Sem-Provas” , fundada por Iolanda Vieira, que apresentava alguns problemas na gestão de casos, necessitando assim de implementar uma base de dados. Para proceder à realização do projeto, utilizamos plataformas de modelação conceptual (brModelo) e de gestão de dados (MySQL e Python).

Atualmente, apesar de extensas e trabalhosas, conseguimos concluir ambas as fases do projeto.

**Palavras-Chave:** 1. Base de Dados Relacionais 2. Chave Primária 3. Entidade 4. Modelo Conceptual 5. Modelo Lógico 6. Relacionamentos 7. ‘Queries’

# Índice

<b>Resumo</b>	<b>1</b>
<b>Índice</b>	<b>2</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>3</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>4</b>
<b>1. Definição do Sistema</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização	1
1.2 Motivação e Objetivos	2
1.4 Recursos e Equipa de Trabalho	3
1.5 Plano de Execução do Projeto	4
<b>2. Levantamento e Análise de Requisitos</b>	<b>6</b>
2.1 Método de Levantamento e de Análise de Requisitos Adotado	6
2.2 Organização dos Requisitos levantados	7
2.3 Análise e Validação dos Requisitos	12
<b>3. Modelo Conceptual</b>	<b>13</b>
3.1 Apresentação da Abordagem de Modelo Realizada	13
3.2 Identificação e Caracterização das Entidades	13
3.3 Identificação de Caracterização dos Relacionamentos	14
3.4 Identificação e Caracterização dos Atributos das Entidades e dos Relacionamentos	15
3.5 Apresentação e Explicação do Diagrama ER Produzido	19
<b>4. Modelação Lógica</b>	<b>20</b>
4.1 Construção e validação do modelo	20
4.2 Apresentação e Explicação do Modelo Lógico Produzido	21
4.2.1 Remoção de Relacionamentos Complexos e N para M	21
4.2.2 Remoção de Relacionamentos com atributos	21
4.2.3 Relacionamentos 1:N	21
4.3 Normalização de Dados	22
4.4 Validação do Modelo com Interrogações do Utilizador	23
<b>5. Implementação Física</b>	<b>30</b>
5.1 Apresentação e explicação da base de dados implementada	30
5.2 Criação de utilizadores da base de dados	33
5.2.1 Justificação das Permissões	34
5.3 Povoamento da base de dados	35
5.4 Cálculo do espaço da base de dados (inicial e taxa de crescimento anual)	40
5.5 Definição e caracterização de vistas de utilização em SQL	41
5.6 Tradução das interrogações do utilizador para SQL	42
5.7 Indexação do Sistema de Dados	44
5.8 Implementação de procedimentos, funções e gatilhos	45
<b>6. Conclusões e Trabalho Futuro</b>	<b>46</b>
<b>7. Mudanças Efetuadas na Primeira Fase</b>	<b>47</b>
<b>8. Referências Bibliográficas</b>	<b>48</b>

# Índice de Figuras

<b>Imagem 1</b> - Planeamento da implementação da base de dados	4
<b>Imagem 2</b> - Datas acertadas da execução das tarefas	5
<b>Imagem 3</b> - Documento Geral de Recolha de Requisitos	8
<b>Imagem 4</b> - Documento de Requisitos de Descrição	10
<b>Imagem 5</b> - Documento de Requisitos de Manipulação	11
<b>Imagem 6</b> - Documento de Requisitos de Controlo	11
<b>Imagem 7</b> - Modelo Conceptual construído no BrModelo	19
<b>Imagem 9</b> - Árvore do output 1.	25
<b>Imagem 10</b> - Árvore do output 2	26
<b>Imagem 11</b> - Árvore do output 3.	27
<b>Imagem 12</b> - Árvore do output 4.	27
<b>Imagem 13</b> - Árvore do output 5 .	28
<b>Imagem 14</b> - Árvore do output 6 .	29
<b>Imagem 15</b> - Tabela Cliente gerada em MySQL	30
<b>Imagem 16</b> - Criação das tabelas “Departamento”, “Detetive” e “Procedimento” em MySQL	31
<b>Imagem 17</b> - Criação das tabelas “Caso”, “Caso_Detetive” e “Procedimento_Caso_Detetive” em MySQL	32
<b>Imagem 18</b> - Criação de utilizadores em MySQL	33
<b>Imagem 19</b> - Povoamento tabela Cliente em MySQL	35
<b>Imagem 20</b> - Povoamento tabela Departamento em MySQL	36
<b>Imagem 21</b> - Povoamento da tabela Detetive em MySQL	36
<b>Imagem 22</b> - Povoamento da tabela Procedimento em MySQL	36
<b>Imagem 23</b> - Povoamento da tabela Caso em MySQL	37
<b>Imagem 24</b> - Povoamento da tabela Caso_Detetive em MySQL	37
<b>Imagem 25</b> - Povoamento da tabela Procedimento_Caso_Detetive em MySQL	37
<b>Imagem 26</b> - Ficheiro “populate_database.py”	38
<b>Imagem 27</b> - Ficheiro “main.py”	39
<b>Imagem 28</b> - Criação de Vistas em MySQL	41
<b>Imagem 29</b> - Interrogações do utilizador em MySQL	42
<b>Imagem 30</b> - Criação de índices em MySQL	44
<b>Imagem 31</b> - Criação de um procedimento, uma função e um gatilho em MySQL	45

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Output resultante da aplicação da primeira fórmula.	25
<b>Tabela 2</b> - Output resultante da aplicação da segunda fórmula.	26
<b>Tabela 3</b> - Output resultante da aplicação da terceira fórmula.	27
<b>Tabela 4</b> - Output resultante da aplicação da quarta fórmula.	28
<b>Tabela 5</b> - Output resultante da aplicação da quinta fórmula.	28
<b>Tabela 6</b> - Output resultante da aplicação da sexta fórmula.	29

# 1. Definição do Sistema

## 1.1 Contextualização

A empresa de detetives privados “*Agência Sem-Provas*” foi fundada em junho de 2017 por Iolanda Vieira, uma ex-polícia de 42 anos com uma vasta experiência em investigações criminais que, após ser baleada numa operação de tráfico de droga, ficou impedida de exercer a sua profissão. Apesar deste acidente, Iolanda, movida pela sua forte empatia e sentimento de ajudar o próximo, decidiu ajudar a comunidade de uma outra forma, criando assim este novo “negócio”.

Localizada num bairro discreto no Porto, mais propriamente em Paranhos, a empresa *Agência Sem-Provas* emergiu como uma referência na região. Apesar de ser relativamente recente, é bastante reconhecida pelos seus princípios de integridade, profissionalismo e, o mais importante, a procura pela verdade. Aliado a isto, a empresa apresenta uma equipa altamente dedicada e apaixonada pela sua profissão assim como bastante qualificada e precisa na sua área, proporcionando soluções eficazes e, acima de tudo, confidenciais.

Atualmente, apesar de os casos mais comuns estarem relacionados com infidelidade conjugal, pessoas desaparecidas, roubos, fraudes empresariais ou delitos menos graves, a empresa possui vários detetives competentes com diversas especializações, desde tráfico de drogas a até mesmo homicídios.

## **1.2 Motivação e Objetivos**

Nos últimos anos, possivelmente pelo crescimento da reputação juntamente com o aumento da criminalidade, o número de casos solicitados à empresa aumentou drasticamente. Este acontecimento tem trazido vários problemas de gerenciamento das ocorrências e recursos na empresa o que, para além de constrangimentos, provoca uma maior demora em todo o processo e até mesmo na fase inicial de abertura de uma solicitação. De forma a resolver esta situação, após averiguar cuidadosamente as possibilidades, Iolanda decidiu implementar um sistema (base de dados) que permitisse armazenar informações relativas aos casos assim como à equipa. Apesar de esse ser o objetivo principal, com este sistema, Iolanda também pretende modernizar a sua empresa e, de certa forma, tornar o processo muito mais eficaz e célere para os clientes.

Após analisar as principais mudanças que pretende fazer na sua empresa, Iolanda definiu um conjunto de objetivos que pretende atingir com a implementação deste sistema de base de dados, tais como:

- Organizar o modelo atual da sua empresa, assim como a capacidade de gestão e atribuição dos casos com o intuito de se adaptar à crescente modernização das empresas;
- Armazenar informação pertinente dos casos, que pode ser utilizada no futuro;
- Melhorar a qualidade de serviço da sua agência, nomeadamente na área do atendimento e da organização dos casos;
- Possibilitar uma maior taxa de atendimento;

## **1.3 Análise e Viabilidade do processo**

De acordo com a disponibilidade da nossa empresa, é expectável que terminemos tudo o que envolve a planificação da base de dados num espaço de apenas duas semanas e meia. Já a parte de codificação em si e de implementação do modelo, é expectável que demore três semanas a ser concluído. Dito isto, o projeto estará finalizado no espaço de aproximadamente um mês, o que respeita o tempo limite de dois meses estabelecido por Iolanda. Através do orçamento realizado, o projeto terá um custo de aproximadamente 10.000€ .



Após obter esta informação e de analisar a situação, Iolanda acredita que com um modelo de gestão mais eficiente do que o atual, conseguirá aumentar a admissão dos casos 30% logo no segundo mês de funcionamento do sistema (este facto, por si só, seria capaz de suportar 75% do custo de desenvolvimento do projeto). Sabendo isto, podemos afirmar que a implementação deste programa é totalmente viável, uma vez que, já a partir de um curto prazo, resulta num aumento das receitas da agência cobrindo totalmente o investimento inicial.

## **1.4 Recursos e Equipa de Trabalho**

Durante o processo de desenvolvimento do projeto solicitado será necessário utilizar determinados recursos, que podem ser divididos em dois grupos (humanos, materiais).

Como recursos humanos temos:

- Pessoal da agência, necessário para obter todos os requisitos para a implementação do projeto assim como para expôr o funcionamento da empresa com o intuito de adaptar a base de dados às necessidades dos utilizadores;
- Funcionários da empresa de desenvolvimento (Afonso Sousa, Filipa Silva, Maria Rocha, Mário Silva), responsáveis tanto por recolher os requisitos através de entrevistas ao pessoal da agência assim como para implementar e modelar a base de dados em si.

Ademais, ainda relacionado com os tópicos mencionados, podemos afirmar também que a validação dos serviços e uma grande parte dos requisitos, serão obtidos juntos da gerente e fundadora da empresa, Iolanda Vieira.

Para além dos recursos humanos mencionados acima, também são necessários alguns materiais tais como:

- Um software de banco de dados, responsável pela gestão da base de dados, que, neste caso, será o MySQL.
- Um servidor, necessário para o armazenamento e processamento da informação.

## 1.5 Plano de Execução do Projeto

Implementação do Sistema de Base de Dados				
<b>Agência Sem-Provas</b>				
Iolanda Vieira				
Início do projeto: 17/03/2024				
Tarefa	Atribuída a	Progresso	Início	Fim
<b>Definição do Sistema</b>				
Contexto de Aplicação	Iolanda Vieira	50%	17/03/2024	19/03/2024
Motivação e Objetivos	Iolanda Vieira	70%	17/03/2024	19/03/2024
Análise da Viabilidade	Iolanda Vieira	25%	17/03/2024	21/03/2024
Recursos e Equipa de Trabalho	Iolanda Vieira, Empresa	50%	18/03/2024	19/03/2024
Plano de Execução	Iolanda Vieira, Empresa	50%	18/03/2024	20/03/2024
<b>Levantamento e Análise de Requisitos</b>				
Definição do Método de Levantamento	Maria Rocha	75%	21/03/2024	23/03/2024
Organização dos Requisitos Levantados	Empresa		23/03/2024	26/03/2024
Análise e Validação Geral dos Requisitos	Maria Rocha		27/03/2024	27/03/2024
<b>Modelação Conceptual</b>				
Apresentação da Abordagem de Modelação	Mário Silva		28/03/2024	29/03/2024
Formulação do Modelo Conceptual	Mário Silva, Afonso Sousa		29/03/2024	30/03/2024
Identificação e Caracterização das Entidades	Mário Silva		01/04/2024	01/04/2024
Identificação e Caracterização dos Relacionamentos	Afonso Sousa		01/04/2024	01/04/2024
Identificação e Caracterização dos Atributos	Mário Silva		01/04/2024	01/04/2024
<b>Modelação Lógica</b>				
Construção e Validação do Modelo Lógico	Filipa Silva		02/04/2024	02/04/2024
Apresentação e Explicação do Modelo Lógico Produzido	Filipa Silva		03/04/2024	03/04/2024
Normalização de Dados	Filipa Silva		04/01/2024	04/04/2024
Validação do Modelo com Interrogações do Utilizador	Filipa Silva		05/04/2024	05/04/2024

Imagem 1 - Planeamento da implementação da base de dados

De forma a implementar a base de dados que nos foi proposta, fizemos a divisão em 4 sub-temas principais.

O primeiro - Definição do Sistema - depende não só da nossa empresa, mas também da fundadora da agência de detetives “Agência Sem-Provas”, Iolanda Vieira. Este tema está relacionado à apresentação dos problemas, soluções e planeamento do projeto. Sendo assim, definimos que, para completá-lo, precisaríamos de apenas 4 dias (17 a 20 de março).

O segundo – Levantamento e Análise de Requisitos – foi atribuído maioritariamente a Maria Rocha, mas também ao resto dos outros membros da empresa. Como o próprio nome reflete, é nesta etapa onde organizamos e tratamos de todos os assuntos relacionados aos requisitos definidos por Iolanda, desde o levantamento ao tratamento dos mesmos. Uma vez que esta etapa é o principal ponto

de partida para o nosso projeto e como podem escapar vários detalhes importantes (devido a ser um processo comunicativo), decidimos atribuir 7 dias (21 a 27 de março) a esta etapa.

O terceiro – Modelação Conceptual – foi dividido entre Mário Silva e Afonso Sousa. É neste módulo que é criado o modelo conceptual e documentada toda a informação relativa ao conteúdo do mesmo. Como se trata de algo mais prático, acreditamos que apenas 4 dias seriam o suficiente para a completar.

Por fim, o quarto - Modelação Lógica - foi atribuído a Filipa Silva e resume-se na construção de um modelo lógico e na validação do mesmo. Seguindo a mesma lógica da etapa anterior, estipulamos também que fossem necessários 4 dias para a realizar.

No entanto, à medida que realizamos o projeto, foi necessário efetuar alterações nos tempos definidos inicialmente. Dito isto, segue uma tabela com as datas que realmente necessitamos para realizar, com sucesso, as etapas:

Tarefa	Início	Fim	Alterações
<b>Definição do Sistema</b>			
Contexto de Aplicação	17/03/2024	18/03/2024	sem alterações
Motivação e Objetivos	17/03/2024	19/03/2024	sem alterações
Análise da Viabilidade	17/03/2024	20/03/2024	necessário menos 1 dia
Recursos e Equipa de Trabalho	18/03/2024	19/03/2024	sem alterações
Plano de Execução	18/03/2024	20/03/2024	sem alterações
<b>Levantamento e Análise de Requisitos</b>			
Definição do Método de Levantamento	21/03/2024	23/03/2024	sem alterações
Organização dos Requisitos Levantados	23/03/2024	26/03/2024	sem alterações
Análise e Validação Geral dos Requisitos	27/03/2024	27/03/2024	sem alterações
<b>Modelação Conceptual</b>			
Apresentação da Abordagem de Modelação	28/03/2024	29/03/2024	sem alterações
Formulação do Modelo Conceptual	29/03/2024	02/04/2024	necessário mais 2 dias
Identificação e Caracterização das Entidades	03/04/2024	03/04/2024	atrasou 2 dias
Identificação e Caracterização dos Relacionamen	03/04/2024	03/04/2024	atrasou 2 dias
Identificação e Caracterização dos Atributos	03/04/2024	03/04/2024	atrasou 2 dias
<b>Modelação Lógica</b>			
Construção e Validação do Modelo Lógico	04/04/2024	04/04/2024	atrasou 2 dias
Apresentação e Explicação do Modelo Lógico Pro	05/04/2024	05/04/2024	atrasou 2 dias
Normalização de Dados	06/04/2024	06/04/2024	atrasou 2 dias
Validação do Modelo com Interrogações do Utiliz	07/04/2024	07/04/2024	atrasou 2 dias

Imagem 2 - Datas acertadas da execução das tarefas

Como podemos ver acima, inicialmente as datas estipuladas para o processo estavam, praticamente, a ser cumpridas. No entanto, após surgirem alguns imprevistos, erros e percalços, a etapa da formulação do modelo conceptual atrasou 2 dias a mais do que o esperado. Dito isto, apesar dos entraves, conseguimos terminar as tarefas num prazo aceitável quando comparado ao expectável.

## **2. Levantamento e Análise de Requisitos**

### **2.1 Método de Levantamento e de Análise de Requisitos Adotado**

Dada a natureza deste projeto, uma das partes mais desafiadoras de concretizar com precisão foi o levantamento de requisitos. Assim sendo, o processo de definição de requisitos inicia-se com a escolha dos métodos de levantamento de forma a sustentar adequadamente a angariação e a organização dos mesmos.

No caso da empresa de detetives privados “Agência Sem-Provas”, para se proceder a esse mesmo levantamento, reconheceu-se que iria(m) ser feita(s):

- Análise de documentação existente na empresa, envolvendo compreender mais sobre a natureza sensível, única e confidencial dos dados e informações que a mesma gerencia;
- Reuniões no decorrer deste mês com a Iolanda Vieira, dona da agência, e com os respectivos detetives e funcionários, com o intuito de determinar os diversos e os mais adequados processos operacionais que ocorrem na empresa, e de entender quais seriam os requisitos adequados e necessários para o bom funcionamento da mesma;
- Observação dos processos na admissão dos casos referentes, que se realizam dentro da agência. No entanto, devido à confidencialidade que existe na empresa, não foi possível obter acesso detalhado sobre o conteúdo dos mesmos.

## 2.2 Organização dos Requisitos levantados

Iolanda decidiu iniciar o trabalho de levantamento de requisitos pela área dos 'Casos', dada a necessidade urgente de controlar e armazenar os casos e informações relativas aos mesmos (e à devida equipa).

Como tinha sido idealizado, foram desenvolvidas uma série de reuniões, que envolveram Iolanda Vieira, uma série de detetives e os diversos analistas da empresa contratada.

Adicionalmente, os analistas conduziram uma análise minuciosa da documentação da empresa, focando especialmente nos que são empregados nos procedimentos dos casos.

De tal modo, esses mesmos analistas guardaram cópias dos documentos analisados e relacionaram-nos com cada requisito que os mencionava. Concluindo, estes dedicaram algum tempo para observar o modo como os casos da agência se desenrolaram ao longo da semana.

Conforme os trabalhos de levantamento iam decorrendo, os analistas foram tirando notas de todos os requisitos que levantaram num documento de recolha.

No documento de requisitos, para cada um recolhido, registaram-se:

- A área de aplicação - vista de utilização;
- A fonte - quem forneceu o requisito;
- O analista - quem fez o levantamento;
- O texto do requisito - que pormenoriza o máximo possível a informação relativa aos dados envolvidos;
- A data e hora do levantamento de cada requisito.

## Agência Sem-Provas

### Processo de Desenvolvimento do Sistema de Bases de Dados

### Levantamento de Requisitos

### Documento Geral de Recolha

Nº	Data	Descrição	Área	Fonte	Analista
1	20/03/2024 00:00	Um cliente deve ser descrito pelo seu NIF (identificador único), nome, data de nascimento, estado civil (opcional), idade.	Cliente	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
2	20/03/2024 00:00	O cliente deve apresentar uma morada, comporta por nº da porta, rua, localidade e código postal.	Cliente	Iolanda Vieira	Maria Rocha
3	20/03/2024 00:00	O cliente deve apresentar uma forma de contacto, constituída tanto por e-mail como telemóvel.	Cliente	Iolanda Vieira	Maria Rocha
4	20/03/2024 00:00	Um cliente expõe um ou mais casos.	Cliente	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
5	20/03/2024	Um caso é definido por um número único, área, descrição, custo, estado, data de início e data de fim.	Caso	Iolanda Vieira	Filipa Silva
6	20/03/2024	A data de fim é opcional visto que o caso pode ainda não ter terminado.	Caso	Iolanda Vieira	Mário Silva
7	20/03/2024	Um caso é investigado por um ou mais detetives.	Caso	Iolanda Vieira	Filipa Silva
8	20/03/2024	Um detetive é definido por um número mecanográfico (único), nome, salário e classificação.	Detetive	Iolanda Vieira	Mário Silva
9	20/03/2024	O detetive apresenta uma morada, composta por nº da porta, rua, localidade e código postal.	Detetive	Iolanda Vieira	Mário Silva
10	20/03/2024	O detetive deve ter uma forma de contacto, constituída por e-mail e telemóvel.	Detetive	Iolanda Vieira	Maria Rocha
11	20/03/2024	Um detetive deve investigar apenas um caso.	Detetive	Iolanda Vieira	Filipa Silva
12	20/03/2024	Um detetive pertence a um departamento.	Detetive	Iolanda Vieira	Filipa Silva
13	20/03/2024	Um departamento é representado por especialização, id (único).	Departamento	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
14	20/03/2024	Um departamento apresenta uma forma de contacto, constituída por telemóvel e e-mail.	Departamento	Iolanda Vieira	Maria Rocha
15	20/03/2024	Um departamento possui um ou mais agentes.	Departamento	Iolanda Vieira	Mário Silva
16	20/03/2024	Nos casos, são efetuados um ou mais procedimentos.	Caso/Procedimento	Iolanda Vieira	Maria Rocha
17	20/03/2024	Um procedimento é definido por um id, descrição e custo.	Procedimento	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
18	20/03/2024	O custo dos procedimentos é somado ao custo do caso.	Procedimento/Caso	Iolanda Vieira	Filipa Silva
19	20/03/2024	Um procedimento é realizado por um ou mais detetives.	Procedimento/Detetive	Iolanda Vieira	Maria Rocha
20	20/03/2024	Um caso arquivado deve poder ser reaberto, alterando o seu estado para 'Ativo'.	Caso	Iolanda Vieira	Mário Silva
21	20/03/2024	Um procedimento pode ser utilizado múltiplas vezes em diferentes casos ou no mesmo caso.	Procedimento	Iolanda Vieira	Filipa Silva
22	20/03/2024	Deve ser possível calcular o custo total de todos os procedimentos realizados em um caso, considerando repetições.	Procedimento	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
23	20/03/2024	No final do dia, o sistema deve apresentar um relatório que contenha o número de casos iniciados nesse dia e, se existir, o	Caso	Iolanda Vieira	Mário Silva
24	20/03/2024	Deve ser possível obter uma lista de clientes.	Cliente	Iolanda Vieira	Filipa Silva
25	20/03/2024	Os clientes devem ser inseridos no sistema a partir do momento em que expõem o seu primeiro caso.	Cliente/Caso	Iolanda Vieira	Maria Rocha
26	20/03/2024	Deve ser possível alterar o salário dos detetives.	Detetive	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
27	20/03/2024	Quando pesquisada uma determinada classificação, deve ser apresentada uma lista com todos os detetives que a possuem.	Detetive	Iolanda Vieira	Mário Silva
28	20/03/2024	Deve ser possível aceder ao histórico de casos de um detetive.	Caso/Detetive	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
29	20/03/2024	Obter uma lista de detetives que trabalham na empresa.	Detetive	Iolanda Vieira	Mário Silva
30	20/03/2024	No final do ano, deve ser possível saber o número de casos concluídos por cada detetive.	Caso/Detetive	Iolanda Vieira	Maria Rocha
31	20/03/2024	Saber qual departamento obteve mais casos num determinado ano.	Departamento/Caso	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
32	20/03/2024	Aceder ao histórico de procedimentos usados em cada caso.	Procedimento/Caso	Iolanda Vieira	Filipa Silva
33	20/03/2024	Os detetives têm apenas acesso ao caso que estão a investigar, ou que, foram investigados por eles.	Detetive	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
34	20/03/2024	Os clientes não acedem a qualquer parte do sistema.	Cliente	Iolanda Vieira	Filipa Silva
35	20/03/2024	Apenas Iolanda pode alterar a classificação dos detetives.	Detetive	Iolanda Vieira	Maria Rocha
36	20/03/2024	Apenas o detetive tem acesso aos dados do caso.	Caso	Iolanda Vieira	Afonso Sousa

Imagem 3 - Documento Geral de Recolha de Requisitos

Posteriormente, a partir do momento em que foi certificado pelos analistas que a maioria dos processos em operação da empresa já haviam sido estudados, os mesmos passaram o documento de recolha a uma outra equipa composta por novos analistas. Analistas estes que vão analisar e organizar, detalhadamente, os requisitos recolhidos.

Os mesmos começaram por analisar todos os requisitos levantados pormenorizadamente e, tendo em conta as vistas de utilização definidas, começaram a organizá-los de acordo com as três vertentes de trabalho de base de dados do futuro sistema, nomeadamente:

- Descrição - para englobar os requisitos que se referem à criação de objetos na respetiva base de dados (tabelas, atributos, domínios, restrições, entre outros);
- Manipulação - inclui tudo aquilo que é alusivo ao povoamento, exploração de dados, queries, procedimentos, funções, relatórios, entre outros;
- Controlo - para definir os perfis de utilização, ou seja, gestão de utilizadores, permissões, monitorização, segurança e acesso do sistema de bases de dados.

De seguida, para cada uma das vertentes de trabalho estabelecida foi criado um documento específico,

- Documento de Requisitos de Descrição;
- Documento de Requisitos de Manipulação;
- Documento de Requisitos de Controlo.

Cada documento criado é trabalhado pelos elementos da nova equipa de analistas e os seus conteúdos foram partilhados entre si. Estes documentos seguem a estrutura do documento inicial de recolha de requisitos, todavia, agora, os requisitos têm uma numeração própria e o seu texto já foi analisado e revisto por esses mesmos analistas.

Agência Sem-Provas					
Processo de Desenvolvimento do Sistema de Bases de Dados					
Levantamento de Requisitos					
Documento de Requisitos de Descrição					
Nº	Data	Descrição	Área	Fonte	Analista
RD1	20/03/2024 00:00	Um cliente deve ser descrito pelo seu NIF (identificador único), nome, data de nascimento, estado civil (opcional), idade.	Cliente	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
RD2	20/03/2024 00:00	O cliente deve apresentar uma morada, comporta por nº da porta, rua, localidade e código postal.	Cliente	Iolanda Vieira	Maria Rocha
RD3	20/03/2024 00:00	O cliente deve apresentar uma forma de contacto, constituída tanto por e-mail como telemóvel.	Cliente	Iolanda Vieira	Maria Rocha
RD4	20/03/2024 00:00	Um cliente expões um ou mais casos.	Cliente	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
RD5	20/03/2024	Um caso é definido por um número único, área, descrição, custo, estado, data de início e data de fim.	Caso	Iolanda Vieira	Filipa Silva
RD6	20/03/2024	A data de fim é opcional visto que o caso pode ainda não ter terminado.	Caso	Iolanda Vieira	Mário Silva
RD7	20/03/2024	Um caso é investigado por um ou mais detetives.	Caso	Iolanda Vieira	Filipa Silva
RD8	20/03/2024	Um detetive é definido por um número mecanográfico (único), nome, salário e classificação.	Detetive	Iolanda Vieira	Mário Silva
RD9	20/03/2024	O detetive apresenta uma morada, composta por nº da porta, rua, localidade e código postal.	Detetive	Iolanda Vieira	Mário Silva
RD10	20/03/2024	O detetive deve ter uma forma de contacto, consituída por e-mail e telemóvel.	Detetive	Iolanda Vieira	Maria Rocha
RD11	20/03/2024	Um detetive deve investigar apenas um caso.	Detetive	Iolanda Vieira	Filipa Silva
RD12	20/03/2024	Um detetive pertence a um departamento.	Detetive	Iolanda Vieira	Filipa Silva
RD13	20/03/2024	Um departamento é representado por especialização, id (único).	Departamento	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
RD14	20/03/2024	Um departamento apresenta uma forma de contacto, constituída por telemóvel e e-mail.	Departamento	Iolanda Vieira	Maria Rocha
RD15	20/03/2024	Um departamento possui um ou mais agentes.	Departamento	Iolanda Vieira	Mário Silva
RD16	20/03/2024	Nos casos, são efetuados um ou mais procedimentos.	Caso/Procedimento	Iolanda Vieira	Maria Rocha
RD17	20/03/2024	Um procedimento é definido por um id, descrição e custo.	Procedimento	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
RD18	20/03/2024	O custo dos procedimentos é somado ao custo do caso.	Procedimento/Caso	Iolanda Vieira	Filipa Silva
RD19	20/03/2024	Um procedimento é realizado por um ou mais detetives.	Procedimento/Detetive	Iolanda Vieira	Maria Rocha
RD20	20/03/2024	Um caso arquivado deve poder ser reaberto, alterando o seu estado para 'Ativo'.	Caso	Iolanda Vieira	Mário Silva
RD21	20/03/2024	Um procedimento pode ser utilizado múltiplas vezes em diferentes casos ou no mesmo caso.	Procedimento	Iolanda Vieira	Filipa Silva
RD22	20/03/2024	Deve ser possível calcular o custo total de todos os procedimentos realizados em um caso, considerando repetições.	Procedimento	Iolanda Vieira	Afonso Sousa

Imagem 4 - Documento de Requisitos de Descrição



Processo de Desenvolvimento do Sistema de Bases de Dados

Levantamento de Requisitos

Março de 2024

Documento de Requisitos de Manipulação

Nº	Data e Hora	Descrição	Área/Vista	Fonte	Analista
RM1	20/03/2024 17:00	No final do dia, o sistema deve apresentar um relatório que contenha o número de casos iniciados nesse dia e, se existir, o número de casos arquivados e finalizados.	Caso	Iolanda Vieira	Mário Silva
RM2	20/03/2024 17:00	Deve ser possível obter uma lista de clientes.	Cliente	Iolanda Vieira	Filipa Silva
RM3	20/03/2024 17:00	Os clientes devem ser inseridos no sistema a partir do momento em que expõem o seu primeiro caso.	Cliente	Iolanda Vieira	Maria Rocha
RM4	20/03/2024 17:00	Deve ser possível alterar o salário dos detetives.	Caso	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
RM5	20/03/2024 17:00	Quando pesquisada uma determinada classificação, deve ser apresentada uma lista com todos os detetives que a possuem.	Detetive	Iolanda Vieira	Mário Silva
RM6	20/03/2024 17:00	Deve ser possível aceder ao histórico de casos de um detetive.	Caso	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
RM7	20/03/2024 17:00	Obter uma lista de detetives que trabalham na empresa.	Detetive	Iolanda Vieira	Mário Silva
RM8	20/03/2024 17:00	No final do ano, deve ser possível saber o número de casos concluídos por cada detetive.	Caso/Detetive	Iolanda Vieira	Maria Rocha
RM9	20/03/2024 17:00	Saber qual departamento obteve mais casos num determinado ano.	Departamento/Caso	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
RM10	20/03/2024 17:00	Aceder ao histórico de procedimentos usados em cada caso.	Procedimento/Caso	Iolanda Vieira	Filipa Silva

Imagem 5 - Documento de Requisitos de Manipulação

Processo de Desenvolvimento do Sistema de Bases de Dados

Levantamento de Requisitos

Março de 2024

Documento de Requisitos de Controlo

Nº	Data e Hora	Descrição	Área/Vista	Fonte	Analista
RC1	20/03/2024 17:00	Os detetives têm apenas acesso ao caso que estão a investigar, ou que foram investigados por eles.	Detetive	Iolanda Vieira	Afonso Sousa
RC2	20/03/2024 17:00	Os clientes não acedem a qualquer parte do sistema.	Cliente	Iolanda Vieira	Filipa Silva
RC4	20/03/2024 17:00	Apenas Iolanda pode alterar a classificação dos detetives.	Detetive	Iolanda Vieira	Maria Rocha
RC4	20/03/2024 17:00	Apenas o detetive tem acesso aos dados do caso.	Caso	Iolanda Vieira	Afonso Sousa

Imagem 6 - Documento de Requisitos de Controlo

## **2.3 Análise e Validação dos Requisitos**

Após todos os requisitos terem sido revistos e aperfeiçoados pela respetiva equipa de analistas, realizou-se uma nova reunião com todos os envolvidos neste processo (Iolanda e detetives) com a finalidade de fazer a sua validação.

Requisito a requisito, a equipa do projeto examinou a documentação produzida, corrigindo algumas questões e pormenores.

Por fim, todos os requisitos foram autenticados e aprovados pelos envolvidos.

## **3. Modelo Conceptual**

### **3.1 Apresentação da Abordagem de Modelo Realizada**

Após levantar os requisitos e realizar a validação dos mesmos, estamos prontos para entrar na próxima etapa, a planificação do modelo conceptual. Para o fazermos pensamos inicialmente em qual seria a abordagem mais eficiente para proporcionar uma solução elucidativa e simples ao nosso cliente.

Depois de considerarmos todas as opções disponíveis, optamos por realizá-lo no programa “brModelo” desenvolvido por Carlos Henrique Cândido uma vez que apresenta uma interface bastante intuitiva e é de fácil manuseio. Aliado a isso criamos o modelo seguindo os princípios simples, práticos e eficazes da notação de Peter Chen.

### **3.2 Identificação e Caracterização das Entidades**

O primeiro passo para estabelecer as ideias principais de um modelo conceptual passa pelo desenvolvimento e criação das entidades que são, de certa forma, o centro do modelo. De acordo com os requisitos de descrição que nos foram solicitados, chegamos a um consenso de que apenas seriam necessárias 5 entidades para um bom funcionamento da base de dados:

A entidade “Cliente”, através dos requisitos de descrição 1, 2 e 3. Como o próprio nome diz, representa a informação acerca das pessoas (clientes) que expõem os casos(a nossa segunda entidade) que serão posteriormente investigados. Cada “Cliente” é associado a um número único, obrigatório, que será falado mais para a frente em detalhe.

A entidade “Caso” (que poderá apresentar outro sinónimo como ocorrência) com os requisitos 5 e 6. Esta entidade apresenta diversos atributos e representa uma ocorrência sobre algo de natureza criminal (ou não). Cada “Caso” está associado a um número próprio e sequencial que é atribuído no momento de abertura.

A entidade “Detetive” fundada através dos requisitos 8, 9 e 10, representa a informação sobre os detetives que participam nas investigações de um caso. São também associados a um número próprio e sequencial, atribuído no momento em que são contratados na empresa.

A entidade “Departamento” baseada nos requisitos 13,14. Esta entidade, que possui um número único, remete para os diversos departamentos que existem, cada um com um ramo de investigação.

Por fim, criamos a entidade “Procedimento”, a partir do requisito 17 que caracteriza métodos que podem ser necessários nas investigações. Tal como as restantes entidades, apresenta também um número único.

### **3.3 Identificação de Caracterização dos Relacionamentos**

Após serem definidas as entidades, passamos para a implementação de relacionamentos entre as mesmas de forma a coligar as ideias e atribuir uma “lógica” ao modelo em si. Com base nos requisitos levantados foram definidos os seguintes relacionamentos:

**- Caso-Cliente (exposto) - N:M; T:T.**

Um caso deve ser sempre exposto somente por um cliente, no entanto um cliente pode apresentar vários casos (através do requisito, de descrição, 4).

**- Caso-Detetive (investigado) - N:M; T:P.**

Um caso deve ser investigado por um ou mais detetives. O detetive deve investigar um caso de cada vez (através dos requisitos, de descrição, 7 e 11).

**- Detetive-Departamento (pertence) - N:1; T:P.**

Um detetive pertence apenas a um departamento, no entanto, um departamento pode ter vários detetives (através dos requisitos, de descrição, 12 e 15).

**- Procedimento-Caso-Detetive (efetuado) - N:M:L; T:P.**

Podem ser realizados um ou mais procedimentos em um caso, procedimentos estes que são efetuados por um ou mais detetives (através dos requisitos, de descrição, 16 e 19).

Tendo definido os relacionamentos, podemos passar para a atribuição dos atributos tanto às nossas entidades como aos relacionamentos.

### 3.4 Identificação e Caracterização dos Atributos das Entidades e dos Relacionamentos

É através da leitura dos requisitos, normalmente de descrição, que conseguimos formular os atributos para cada entidade. De forma a tornar a informação mais clara, dividimos os atributos por tópicos, cada um associado à sua entidade ou relacionamento correspondente, da seguinte forma:

- Na entidade **Cliente** temos os atributos:

**NIF** - Número de identificação fiscal do tipo inteiro, composto por nove algarismos e não nulo. Visto que este número é único a cada cliente, e a agência de detetives trata-se de uma empresa de serviços, optamos por o escolher como chave primária (requisito 1);

**Estado\_Civil** - Como o próprio nome o diz, trata-se do estado civil do cliente, representado por uma sequência de caracteres e aceita valores como Casado/a, Solteiro/a, Divorciado/a, Viúvo/a. Este atributo é opcional (requisito 1);

**Idade** - Idade do cliente, representado por um número inteiro positivo, não pode ser nula (requisito 1);

**Nome** - Primeiro e último nome do cliente, representado por uma sequência de até 100 caracteres, não nula (requisito 1);

**Data\_Nascimento** - Data de nascimento do cliente no formato “dd/mm/aaaa”, não podendo ser nula (requisito 1);

**Morada**, engloba **Código\_Postal**, **Localidade**, **Rua** e **Número\_Porta** - Morada do cliente. Tanto o código\_postal como a localidade e a rua são sequências de até 10, 100 e 100 caracteres , respetivamente. Já o número\_porta representa o número da porta e trata-se de um inteiro. Todos são não nulos (requisito 2);

**Contacto**, constituído por **Telemóvel** e **E-mail** - O telemóvel é um inteiro de 9 algarismos, já o e-mail é uma sequência de até 100 caracteres, ambos são não nulos (requisito 3).

- Na entidade **Caso** temos os atributos:

**Número** - Este número trata-se de um identificador único e sequencial, do tipo inteiro positivo associado a cada caso. É a chave principal da entidade (requisito 5);

**Descrição** - É na descrição onde é feito um pequeno resumo do caso de forma a poder explicar o que se sucedeu. É um texto (sem limite de caracteres) e não pode ser nulo (requisito 5);

**Custo** - Representa o custo do caso em euros que será pago pelo cliente. É um número racional, não negativo, com o valor inicial igual a 200,00 mas, pode ser incrementado (requisito 5);

**Estado** - É no estado do caso onde percebemos se está ativo, concluído ou arquivado. Dito isto, podemos dizer também que é uma sequência de até 10 caracteres que toma os valores “Ativo”, “Concluído”, ou “Arquivado” (requisito 5);

**Área** - Este atributo representa a área em que o caso se enquadra. Como forma de exemplificar, podemos ter valores como “Fraude”, “Rapto”, “Roubo” entre outros. É uma sequência de até 50 caracteres não nula (requisito 5).

**Data\_Início** - A data de início, como o nome o diz, representa a data de abertura do processo. Este valor vem no formato de “dd/mm/aaaa”, por exemplo, “06/04/2024” e é não nulo (requisito 5).

**Data\_Fim** - Este atributo, opcional (visto que um caso que ainda está ativo não apresenta data de fim), representa o dia em que o caso foi dado como concluído ou arquivado. Vem no formato de “dd/mm/aaaa”, por exemplo “06/04/2024” (requisitos 5 e 6).

- Na entidade **Detetive** temos os atributos:

**Número\_Mecanográfico** - Número único utilizado como identificador único de cada detetive, do tipo inteiro positivo. É a chave primária da entidade e, por isso, não nulo (requisito 8).

**Nome** - Primeiro e último nome do detetive, representado por uma sequência de até 100 caracteres, não nula (requisito 8).

**Classificação** - Corresponde à avaliação que cada detetive tem na agência. É, por isso, um número inteiro positivo, compreendido entre 1 e 5 (requisito 8).

**Salário** - Representa o ordenado que cada detetive recebe ao fim do mês, sendo um número racional positivo (requisito 8).

**Contacto**, constituído por **Telemóvel** e **E-mail** - O telemóvel é um inteiro de 9 algarismos, já o e-mail é uma sequência de até 100 caracteres, ambos são não nulos (requisito 10).

**Morada**, engloba **Código\_Postal**, **Localidade**, **Rua** e **Número\_Porta** - Morada do detetive. Tanto o código\_postal como a localidade e a rua são sequências de até 10, 100 e 100 caracteres , respetivamente. Já o número\_porta representa o número da porta e trata-se de um inteiro. Todos são não nulos (requisito 9);

- Na entidade **Departamento** temos os atributos:

**Id** - Número único que identifica cada departamento, do tipo inteiro positivo. É não nulo e é utilizado como chave primária do departamento(requisito 13).

**Especialização** - Representa a área a que cada departamento está associado dentro da agência, como por exemplo, “Homicídio”, “Fraude”, “Tráfico”. É uma sequência de caracteres de tamanho variável com um máximo de 100 caracteres e não nulo (requisito 13).

**Contacto**, constituído por **Telemóvel** e **E-mail** - O telemóvel é um inteiro de 9 algarismos, já o e-mail é uma sequência de até 100 caracteres, ambos são não nulos (requisito 14).

- Na entidade **Procedimento** temos os atributos:

**Id** - Número único, inteiro positivo, associado a cada procedimento, sendo assim a chave primária do mesmo (requisito 17).

**Descrição** - É na descrição onde existe um breve resumo do que é que aquele procedimento está relacionado. Como alguns exemplos temos “Deslocação”, “Vigia”, entre outros. Este atributo é não nulo e vem no formato de texto (sem limite de caracteres) (requisito 17).

**Custo** - Cada procedimento tem um custo associado, sendo assim necessário a implementação de um atributo “Custo”. É representado como sendo um número racional não negativo (requisito 17).

- No relacionamento **Caso-Detetive** temos os atributos:

**Data\_Início** - A data de início, como o nome o diz, representa a data de abertura do processo. Este valor vem no formato de “dd/mm/aaaa”, por exemplo, “06/04/2024” e é não nulo (requisito 11).

**Data\_Fim** - Este atributo representa o dia em que o caso foi dado como concluído ou arquivado. Vem no formato de “dd/mm/aaaa”, por exemplo “06/04/2024” (requisito 11).

Estes atributos foram criados para que fosse cumprido o requisito relativo ao facto de cada detetive investigar apenas um caso, isto é, só poderá iniciar uma nova investigação de outro caso quando o anterior se encontrar acabado ou arquivado.

- No relacionamento **Caso-Procedimento** temos o atributo:

**Custo\_total** - Corresponde à soma dos custos de todos os procedimentos que são usados num caso, sendo um número racional positivo. É, também, não nulo (requisito 18).



### 3.5 Apresentação e Explicação do Diagrama ER Produzido

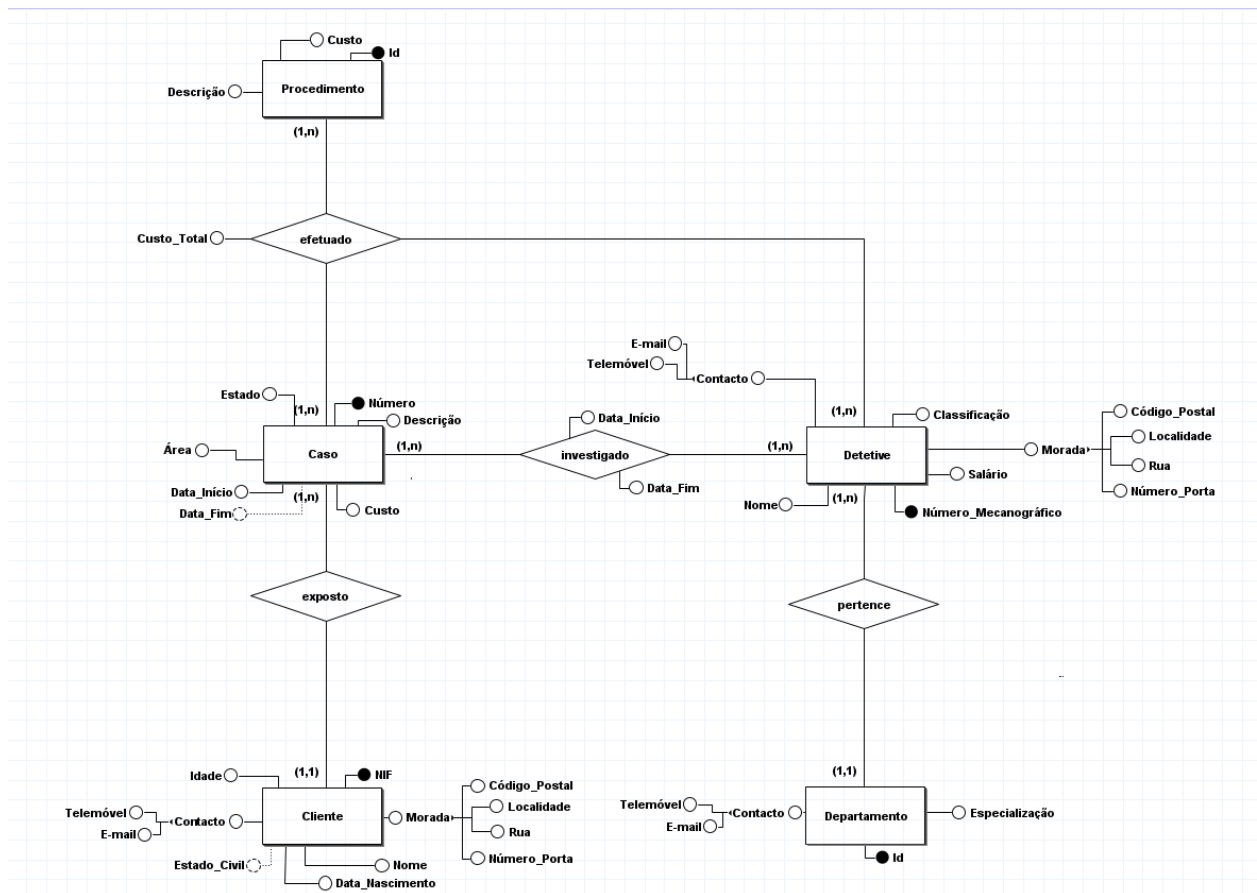


Imagem 7 - Modelo Conceptual construído no BrModelo

Visto que o caso é de certa forma a peça central da agência de detetives “Sem-Provas” iniciamos o planeamento do modelo a partir dessa mesma entidade. A partir daí, iniciamos a implementação das restantes entidades, juntamente com os seus atributos e os relacionamentos. Utilizamos maioritariamente relacionamentos binários com o intuito de tornar a compreensão do modelo mais intuitiva assim como a implementação da base de dados em si, na próxima fase. Seguindo a mesma lógica, o facto de utilizarmos também atributos simples e apenas alguns compostos, facilita as restantes etapas, e mantém ao mesmo tempo o bom funcionamento da base de dados.

## 4. Modelação Lógica

### 4.1 Construção e validação do modelo

O modelo lógico foi construído a partir do modelo conceptual através da conversão das entidades e relacionamentos em tabelas e da criação de Chaves Estrangeiras de modo a que se possam associar umas com as outras.

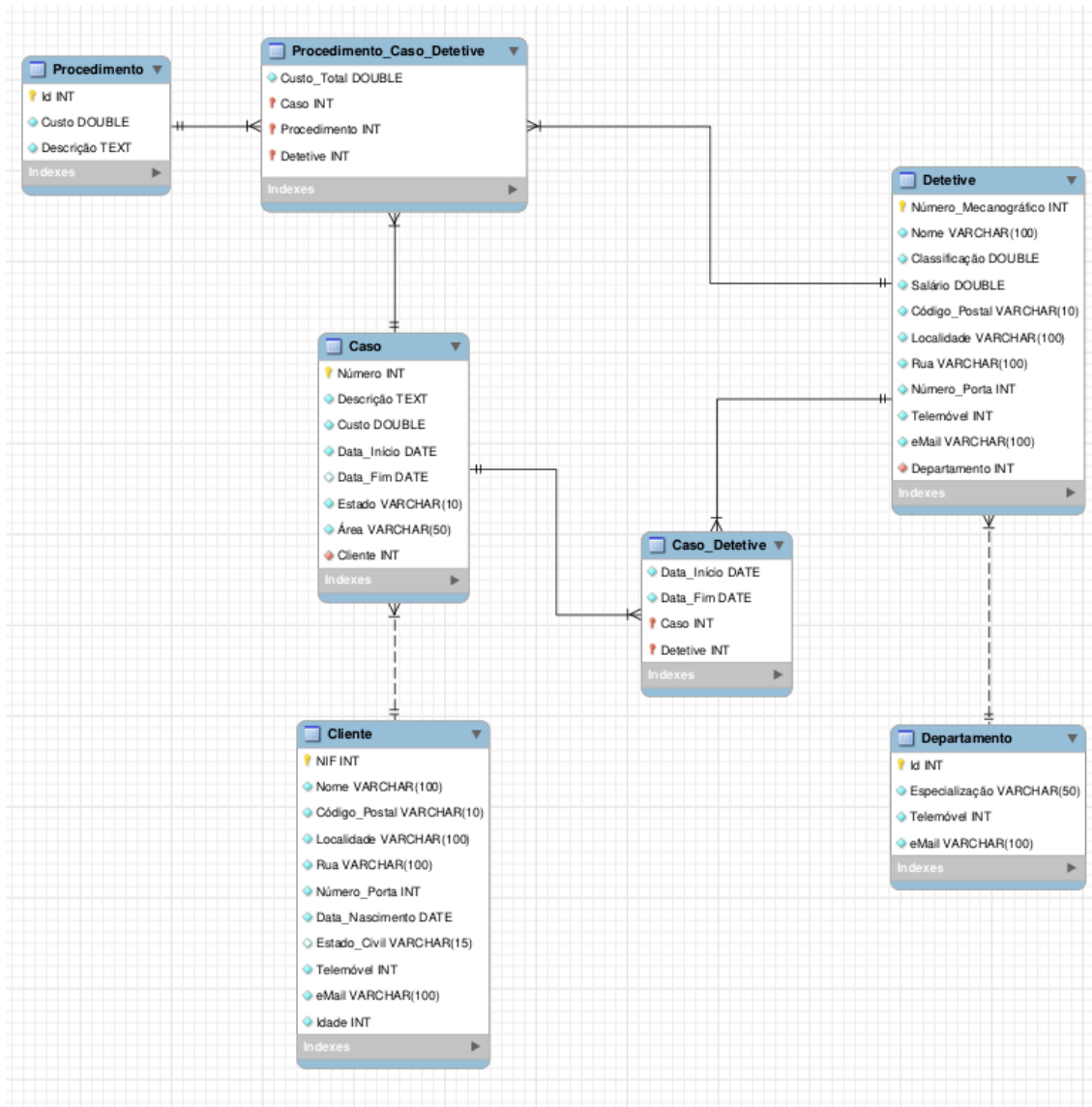


Imagem 8 - Modelo Lógico

## **4.2 Apresentação e Explicação do Modelo Lógico Produzido**

### **4.2.1 Remoção de Relacionamentos Complexos e N para M**

Neste modelo não é possível existirem relacionamentos cuja cardinalidade é N:M, por isso, deve-se dividir cada um deles em dois que possuem individualmente cardinalidade 1:N. Neste caso, temos um relacionamento ternário onde se incluem esses relacionamentos: “Procedimentos podem ser utilizados em diferentes Casos” e “Vários detetives podem intervir em diferentes Procedimentos” e o relacionamento “Casos são investigados por vários Detetives”. Para os modificar, será realizada uma tabela intermédia para cada um destes relacionamentos, a primeira chamada Procedimento\_Caso\_Detetive e a segunda Caso\_Detetive, donde resulta:

- Procedimento - Procedimento\_Caso\_Detetive, de cardinalidade 1:N;
- Procedimento\_Caso\_Detetive - Caso, de cardinalidade N:1;
- Detetive - Procedimento\_Caso\_Detetive, de cardinalidade 1:N;
- Caso - Caso\_Detetive, de cardinalidade 1:N;
- Caso\_Detetive - Detetive, de cardinalidade N:1.

A tabela intermédia vai guardar as Chaves Estrangeiras que serão também Chaves Primárias, uma para cada entidade que pertence ao relacionamento em questão.

### **4.2.2 Remoção de Relacionamentos com atributos**

Este tipo de relacionamentos pode ocorrer apenas quando estes apresentam cardinalidade N:M, o que, no nosso caso, acontece nos dois relacionamentos descritos acima. Assim, tal como referido previamente, procede-se construindo uma tabela intermédia com os atributos referentes às Chaves Estrangeiras e ao(s) atributo(s) que caracterizam o relacionamento propriamente dito.

### **4.2.3 Relacionamentos 1:N**

Estes são os relacionamentos mais comuns e, por isso, para se converter a partir do modelo conceptual, é necessário criar na tabela caracterizada pela

possibilidade de existir na pluralidade (ou seja, para onde o N está direcionado), uma chave estrangeira para que se associe à tabela que se pretende.

## 4.3 Normalização de Dados

O objetivo da normalização de dados é reduzir a redundância e melhorar a integridade, garantindo um armazenamento dos dados de forma lógica. Neste caso, é especialmente importante já que numa agência de detetives a precisão, segurança e facilidade de acesso aos dados é crucial.

Assim, de modo a cumprir com o propósito, realizamos uma análise detalhada de cada etapa para identificar a existência de dados repetidos. Para evitar este caso, organizamos a nossa base de dados em tabelas separadas, cada uma focada num aspeto específico das operações da agência. Esta separação, que deu origem às tabelas Caso, Cliente, Detetive, Departamento e Procedimento, permitiu uma organização lógica que facilita o acesso e manipulação dos dados.

Para manter a integridade, foram estabelecidas entre as tabelas, relações claras através da implementação de chaves primárias e chaves estrangeiras. Por exemplo, a tabela Caso contém uma chave estrangeira ligada à chave primária da tabela Cliente, o que assegura que cada caso está corretamente associado a um cliente específico.

Relativamente às formas normais, a nossa meta era atingir, pelo menos, a 3NF (terceira forma normal) e, por isso, garantimos que:

- cada tabela contém apenas um valor único em cada coluna de cada linha, ou seja, não há duas colunas diferentes a armazenarem o mesmo tipo de informação (1NF);
- todas as informações na tabela dependem integralmente da chave primária, de modo a eliminar dependências parciais (2NF);
- não existem dependências transitivas, o que significa que os atributos não-chave são dependentes apenas da chave primária (3NF).

Ao concluir este processo de normalização, a base de dados tornou-se significativamente mais robusta e funcional.

## 4.4 Validação do Modelo com Interrogações do Utilizador

A álgebra relacional é um conjunto de operações que serve como alicerce teórico para os sistemas de gestão de bases de dados relacionais. Esta “forma” de álgebra utiliza operadores sobre relações (ou tabelas) para realizar consultas ou modificar os dados. A sua relevância transcende a teoria, tendo um impacto direto na forma como interagimos com bases de dados no quotidiano, desde a concepção de consultas simples até à realização de operações complexas de junção, seleção, projeção, entre outras. Através da álgebra relacional, é possível expressar com precisão as operações de recuperação de dados, garantindo assim a eficiência e eficácia na obtenção de informações específicas dentro de um conjunto de dados volumoso e complexo.

No contexto da "Agência Sem-Provas", a álgebra relacional desempenha um papel crucial na manipulação e consulta de dados. Considerando a natureza sensível e a necessidade de precisão nas investigações conduzidas pela agência, as operações definidas pela álgebra relacional permitem a realização de consultas estruturadas, proporcionando assim um mecanismo robusto para a análise de casos, a alocação de detetives e a gestão de procedimentos de investigação. As fórmulas de álgebra relacional, delineadas anteriormente, foram concebidas para refletir as queries mais pertinentes e recorrentes dentro da organização, abrangendo desde a atribuição de casos até à análise de procedimentos eficazes.

Para validar a aplicabilidade e a precisão destas fórmulas, utilizamos um conjunto de tabelas com dados aleatórios representando entidades chave dentro da base de dados da agência: Detetives, Departamentos, Clientes, Casos e Procedimentos. Além disso, utilizamos a plataforma RelaX para facilitar os testes. Estas tabelas serviram como base para a execução de testes, assegurando que cada expressão em álgebra relacional não só é teoricamente sólida, mas também prática e implementável num ambiente real de base de dados. Os testes realizados com estas tabelas aleatórias confirmaram a eficácia das fórmulas propostas, demonstrando sua utilidade na extração de insights relevantes e no apoio à tomada de decisão dentro da "Agência Sem-Provas". Este processo de validação sublinha a importância de uma fundação sólida em álgebra relacional para a gestão eficiente de bases de dados relacionais, especialmente em contextos que exigem precisão e confiabilidade nas informações, como é o caso do setor de investigações privadas.

As tabelas com dados aleatórios que serviram de teste foram as seguintes:

**Detetive** = {Numero\_Mecanografico Nome Classificação Salário Telemovel Email  
DepartamentoID

1 "João Silva" 5 2500.00 912345678 "joao.silva@example.com" 1  
2 "Ana Pereira" 4 2300.00 923456789 "ana.pereira@example.com" 2  
}

**Departamento** = {ID Especializacao Telemovel Email

1 "Fraudes" 930000000 "fraudes@example.com"  
2 "Infidelidades" 931111111 "infidelidades@example.com"  
}

**Cliente** = {NIF Nome Estado\_civil idade nome data\_nascimento Localidade Rua  
Numero\_Porta Codigo\_Postal Telemovel Email

123456789 "Maria Costa" "Casada" 35 "Maria Costa" "01-01-1988" "Porto" "Rua A"  
100 4000-001 942345678 "maria.costa@example.com"  
987654321 "Carlos Mota" "Solteiro" 42 "Carlos Mota" "15-07-1981" "Lisboa" "Rua B"  
101 1000-002 953456789 "carlos.mota@example.com"  
}

**Caso** = {Numero Estado Area Custo Data\_inicio Data\_fim

1 "Ativo" "Caso de fraude" 500.00 "01/01/1988" "10/02/1990"  
2 "Concluído" "Investigação de infidelidade" "vítima-Carlos; suspeito-Ana" 750.00  
"01/01/1990" "10/02/1990"  
}

**Procedimento** = {Id Descricao Custo

1 "Vigilância" 50  
2 "Análise Forense" 50  
}

De seguida apresenta-se um pequeno conjunto das imensas fórmulas possíveis de implementar neste contexto:

1.  $\pi \text{ Caso.Numero, Caso.Area, Cliente.Nome } (\text{Caso} \bowtie \text{Cliente})$  -  
Esta expressão lista todos os casos, incluindo o número do caso, a sua area, e o nome do cliente associado.

O output foi o seguinte:

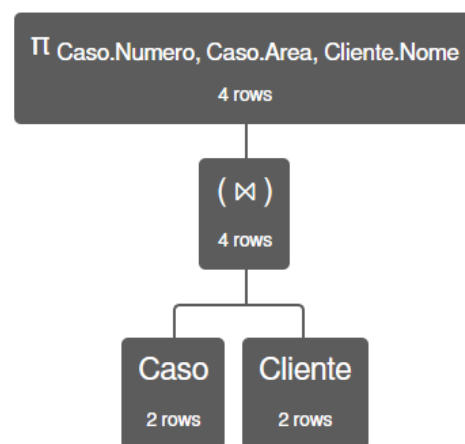


Imagem 9 - Árvore do output 1.

Caso.Numero	Caso.Area	Detetive.Nome
1	'Roubo'	'João Silva'
1	'Roubo'	'Ana Pereira'
2	'Investigação de infidelidade'	'João Silva'
2	'Investigação de infidelidade'	'Ana Pereira'

Tabela 1 - *Output* resultante da aplicação da primeira fórmula.

2.  $\pi \text{ Caso.Numero, Caso.Descricao, Detetive.Nome } (\text{Caso} \bowtie \text{Detetive})$
- Mostra uma lista de casos com o número, a descrição, e o nome do detetive responsável por cada caso.

O output foi o seguinte

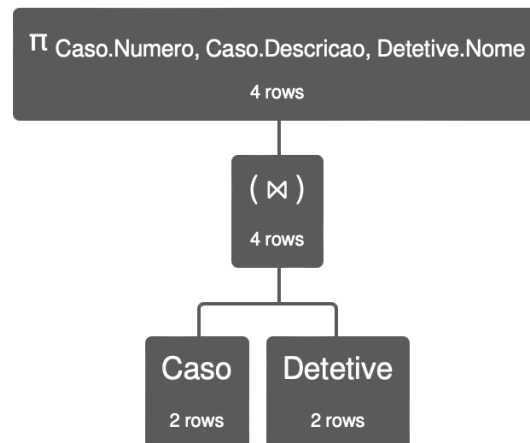


Imagem 10 - Árvore do *output* 2

Caso.Numero	Caso.Descricao	Detetive.Nome
1	'Caso de fraude'	'João Silva'
1	'Caso de fraude'	'Ana Pereira'
2	'Investigação de infidelidade'	'João Silva'
2	'Investigação de infidelidade'	'Ana Pereira'

Tabela 2 - *Output* resultante da aplicação da segunda fórmula.



3.  $\sigma_{Estado = 'Ativo'}(Caso)$  - Esta expressão mostra todos os casos que se encontram ativos.

O output foi o seguinte:



Imagem 11 - Árvore do output 3.

Caso.Numero	Caso.Estado	Caso.Descricao	Caso.Envolvido	Caso.Custo	Caso.Data_inicio	Caso.Data_fim
1	'Ativo'	'Caso de fraude'	'vítima-Maria; suspeito-João'	500	'01-01-1988'	'10-02-1990'

Tabela 3 - *Output* resultante da aplicação da terceira fórmula.

4.  $\rho_{Numero\_Mecanografico \rightarrow ID, DepartamentoID \rightarrow DepID}(Detetive)$   
 - Esta fórmula permite a alteração dos nomes dos atributos. Neste caso estamos a alterar Numero\_Mecanografico para ID e DepartamentoID para DepID.

O output foi o seguinte:

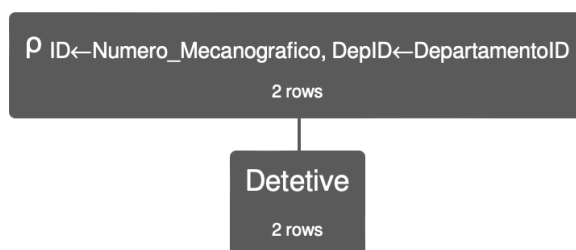


Imagem 12 - Árvore do output 4.

Detetive.ID	Detetive.Nome	Detetive.Classificacao	Detetive.Salario	Detetive.Telefone
1	'João Silva'	5	2500	912345678
2	'Ana Pereira'	4	2300	923456789

Detetive.Email	Detetive.DepID
'joao.silva@example.com'	1
'ana.pereira@example.com'	2

Tabela 4 - *Output* resultante da aplicação da quarta fórmula.

5.  $\gamma \text{ sum}(\text{Custo}) \rightarrow \text{Custo\_Total}(\text{Caso})$  - Permite calcular o custo total de todos os casos por parte da Agência.

O output foi o seguinte:

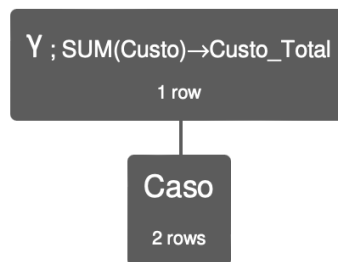


Imagem 13 - Árvore do output 5 .

<b>Custo_Total</b>
1250

Tabela 5 - *Output* resultante da aplicação da quinta fórmula.

6.  $\gamma_{count(Numero) \rightarrow Total\_Casos} (Caso)$  - Apresenta o total de casos, tanto arquivados como ativos ou concluídos.

O output foi o que se segue:

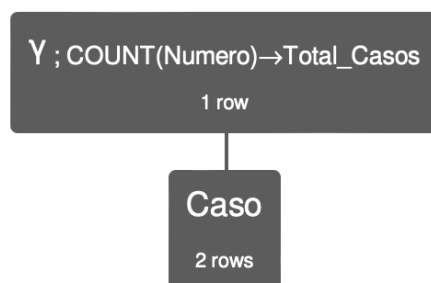


Imagem 14 - Árvore do output 6 .

Total_Casos
2

Tabela 6 - *Output* resultante da aplicação da sexta fórmula.

Os testes conduzidos com essas tabelas de teste demonstraram a eficácia das fórmulas de álgebra relacional em produzir resultados relevantes, precisos e simples. Este processo de validação reforça a importância de uma sólida compreensão da álgebra relacional para a gestão eficiente de bases de dados relacionais. Em particular, no ambiente de investigações privadas da "Agência Sem-Provas", a capacidade de executar consultas estruturadas e confiáveis é indispensável para a tomada de decisões informadas e a manutenção da integridade dos dados. Assim, a prática de testar expressões de álgebra relacional com dados aleatórios serve não apenas como uma prova conceptual, mas também como uma estratégia essencial para garantir a robustez e a confiabilidade das operações de dados da agência.

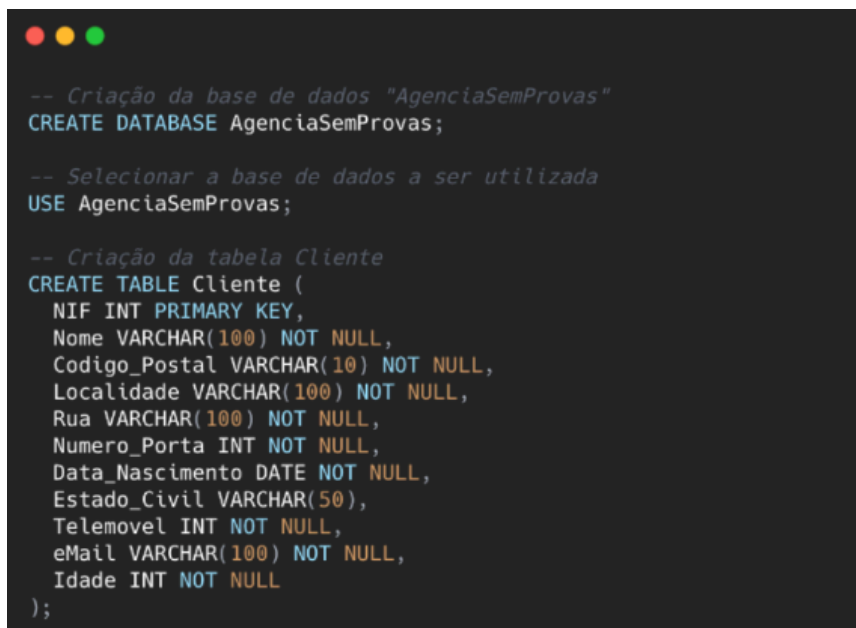
## 5. Implementação Física

### 5.1 Apresentação e explicação da base de dados implementada

Após terminar o modelo lógico podemos partir para a implementação física da base de dados. Para tal, decidimos utilizar a plataforma MySQL pelo facto de se tratar de uma aplicação robusta, com boa eficiência e de grande popularidade no mercado o que, de certa forma, facilita o uso da mesma assim como a evolução da base de dados.

Para iniciar a implementação definimos tabelas de acordo com o modelo lógico elaborado. Cada tabela representa uma entidade no modelo “Entidade-Relacionamento” e contém colunas que armazenam os atributos da respetiva entidade.

Após dar início à base de dados com o comando “CREATE DATABASE”, seguido do “USE” para especificar qual é a base de dados que vamos utilizar, podemos passar para as tabelas.



```
-- Criação da base de dados "AgenciaSemProvas"
CREATE DATABASE AgenciaSemProvas;

-- Selecionar a base de dados a ser utilizada
USE AgenciaSemProvas;

-- Criação da tabela Cliente
CREATE TABLE Cliente (
  NIF INT PRIMARY KEY,
  Nome VARCHAR(100) NOT NULL,
  Codigo_Postal VARCHAR(10) NOT NULL,
  Localidade VARCHAR(100) NOT NULL,
  Rua VARCHAR(100) NOT NULL,
  Numero_Porta INT NOT NULL,
  Data_Nascimento DATE NOT NULL,
  Estado_Civil VARCHAR(50),
  Telemovel INT NOT NULL,
  eMail VARCHAR(100) NOT NULL,
  Idade INT NOT NULL
);
```

Imagem 15 - Tabela Cliente gerada em MySQL

Para criar a tabela “Cliente”, como referido acima, introduzimos todos os atributos. Primeiro o nome do mesmo, seguido do seu tipo previamente definido, e, caso seja necessário, devemos especificar também se o mesmo pode ser nulo ou se está relacionado com uma chave primária ou estrangeira.

Para além disso, devemos ter também em atenção a ordem que realizamos a criação das tabelas. Caso alguma tabela “A” possua uma dependência de uma outra “B”, nomeadamente devido a uma chave estrangeira, a tabela “A” deve ser gerada após a criação da tabela “B”. Dito isto, segue abaixo o código que gerou as restantes tabelas.

```
-- Criação da tabela Departamento
CREATE TABLE Departamento (
  Id INT PRIMARY KEY,
  Especializacao VARCHAR(50) NOT NULL,
  Telemovel INT NOT NULL,
  eMail VARCHAR(100) NOT NULL
);

-- Criação da tabela Detetive
CREATE TABLE Detetive (
  Numero_Mecanografico INT PRIMARY KEY,
  Nome VARCHAR(100) NOT NULL,
  Classificacao DOUBLE NOT NULL,
  Salario DOUBLE NOT NULL,
  Codigo_Postal VARCHAR(10) NOT NULL,
  Localidade VARCHAR(100) NOT NULL,
  Rua VARCHAR(100) NOT NULL,
  Numero_Porta INT NOT NULL,
  Telemovel INT NOT NULL,
  eMail VARCHAR(100) NOT NULL,
  Departamento INT NOT NULL,
  FOREIGN KEY (Departamento) REFERENCES Departamento(Id)
);

-- Criação da tabela Procedimento
CREATE TABLE Procedimento (
  Id INT PRIMARY KEY,
  Custo DOUBLE NOT NULL,
  Descricao TEXT NOT NULL
);
```

Imagem 16 - Criação das tabelas “Departamento”, “Detetive” e “Procedimento” em MySQL

```

-- Criação da tabela Caso
CREATE TABLE Caso (
    Numero INT PRIMARY KEY,
    Descricao TEXT NOT NULL,
    Custo DOUBLE NOT NULL,
    Data_Inicio DATE NOT NULL,
    Data_Fim DATE,
    Estado VARCHAR(10) NOT NULL,
    Área VARCHAR (50) NOT NULL,
    Cliente INT NOT NULL,
    FOREIGN KEY (Cliente) REFERENCES Cliente(NIF)
);

CREATE TABLE Caso_Detetive (
    Caso INT,
    Detetive INT,
    Data_Inicio DATE NOT NULL,
    Data_Fim DATE NOT NULL,
    PRIMARY KEY (Caso, Detetive),
    FOREIGN KEY (Caso) REFERENCES Caso(Numero),
    FOREIGN KEY (Detetive) REFERENCES Detetive(Numero_Mecanografico)
);

-- Criação da tabela Procedimento_Caso
CREATE TABLE Procedimento_Caso_Detetive (
    Custo_Total DOUBLE NOT NULL,
    Caso INT,
    Procedimento INT,
    Detetive INT,
    PRIMARY KEY (Caso, Procedimento, Detetive),
    FOREIGN KEY (Caso) REFERENCES Caso(Numero),
    FOREIGN KEY (Procedimento) REFERENCES Procedimento(Id),
    FOREIGN KEY (Detetive) REFERENCES Detetive(Numero_Mecanografico)
);

```

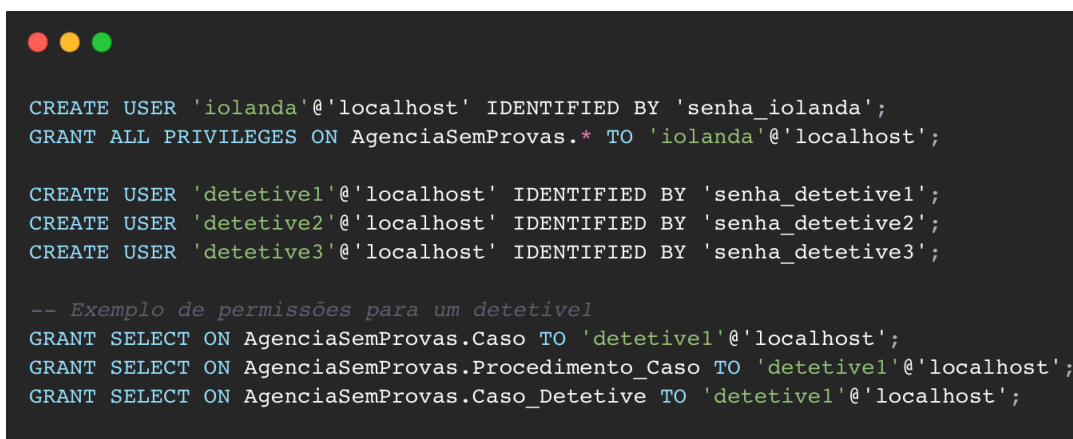
Imagem 17 - Criação das tabelas “Caso”, “Caso\_Detetive” e “Procedimento\_Caso\_Detetive” em MySQL

Como referido anteriormente, a ordem da criação das tabelas foi estabelecida desta forma devido às restrições provocadas pelas chaves estrangeiras. Depois do departamento foi possível criar a tabela do detetive assim como, depois do cliente, foi possível criar a tabela caso. Após estarem todas as entidades principais representadas, decidimos finalizar com as tabelas dos relacionamentos.

Agora, com as tabelas criadas, o próximo passo a ser tomado, após a caracterização dos utilizadores, está relacionado com o povoamento da base de dados em si.

## 5.2 Criação de utilizadores da base de dados

Para garantir a segurança e a integridade dos dados, é essencial definir diferentes níveis de acesso para os utilizadores do sistema. Isto evita que utilizadores não autorizados façam alterações indesejadas na base de dados e permite que cada utilizador tenha acesso apenas às funcionalidades necessárias para a realização das tarefas que está apto.



```
CREATE USER 'iolanda'@'localhost' IDENTIFIED BY 'senha_iolanda';
GRANT ALL PRIVILEGES ON AgenciaSemProvas.* TO 'iolanda'@'localhost';

CREATE USER 'detetive1'@'localhost' IDENTIFIED BY 'senha_detetive1';
CREATE USER 'detetive2'@'localhost' IDENTIFIED BY 'senha_detetive2';
CREATE USER 'detetive3'@'localhost' IDENTIFIED BY 'senha_detetive3';

-- Exemplo de permissões para um detetive
GRANT SELECT ON AgenciaSemProvas.Caso TO 'detetive1'@'localhost';
GRANT SELECT ON AgenciaSemProvas.Procedimento_Caso TO 'detetive1'@'localhost';
GRANT SELECT ON AgenciaSemProvas.Caso_Detetive TO 'detetive1'@'localhost';
```

Imagem 18 - Criação de utilizadores em MySQL

### Iolanda

A Iolanda é a dona da agência e tem o controlo administrativo completo sobre o sistema de bases de dados. Iolanda precisa de acesso total para gerir todas as operações, incluindo a capacidade de alterar a classificação dos detetives, adicionar e remover utilizadores, e ajustar as permissões conforme for necessário.

### Detetives

Os detetives são responsáveis pela investigação de casos específicos. Cada detetive deve ter acesso apenas aos casos que está a investigar ou que foram investigados por ele. Isso garante que os dados sensíveis sejam acessíveis somente a quem realmente precisa deles, respeitando a privacidade e a confidencialidade das investigações.

### Clientes

Os clientes contratam os serviços da agência. No contexto deste sistema, os clientes não terão acesso direto à base de dados.

## 5.2.1 Justificação das Permissões

### Permissões de Iolanda

A Iolanda possui permissões administrativas completas (**ALL PRIVILEGES**) para toda a base de dados (AgenciaSemProvas.\*). Isto é necessário para que a mesma possa executar qualquer operação administrativa, incluindo a criação e remoção de tabelas, inserção e exclusão de dados, e a alteração de permissões de outros utilizadores.

### Permissões dos Detetives

Os detetives têm permissões de **SELECT** nas tabelas Caso, Procedimento\_Caso e Caso\_Detetive. Estas permissões são suficientes para que os mesmos possam ver as informações necessárias para as suas investigações sem poder modificar os dados. Tal implementação ajuda a manter a integridade e a segurança dos dados, garantindo que apenas as pessoas autorizadas possam ver informações sensíveis.



## 5.3 Povoamento da base de dados

Depois de iniciadas as tabelas na base de dados, é necessário, de certa forma, povoar a base de dados e “armazenar” realmente as informações. Para tal, optamos por realizá-lo de duas maneiras. A primeira, mais manual, faz uso de instruções na plataforma MySQL. A segunda por sua vez trata-se de uma forma mais automatizada, onde utilizamos um programa em linguagem python que recorre a um determinado ficheiro “.csv” para povoar a base de dados.

O povoamento a partir de comandos no MySQL faz uso principalmente do comando INSERT para inserir os dados na base de dados. Após invocar este comando, devemos passar todos os argumentos que compõem uma determinada tabela.

```
1 • SELECT * FROM AgenciaSemProvas.Cliente;
2
3 • INSERT INTO Cliente
4     (NIF, Nome, Codigo_Postal, Localidade, Rua, Numero_Porta, Data_Nascimento, Estado_Civil, Telemovel, eMail, Idade)
5     VALUES
6     ('123456789', 'Maria Costa', '4000-001', 'Porto', 'Rua A', '100', '1988-01-01', 'Casada', '942345678', 'maria.costa@gmail.com', '35'),
7     ('54321', 'Carlos Mota', '3400-062', 'Lisboa', 'Rua B', '101', '1981-07-15', 'Solteiro', '953456789', 'carlos.mota@gmail.com', '42'),
8     ('192837465', 'Ana Silva', '2000-060', 'Coimbra', 'Rua C', '102', '1990-05-20', 'Divorciada', '962345678', 'ana.silva@gmail.com', '33'),
9     ('564738291', 'João Santos', '5000-432', 'Braga', 'Rua D', '103', '1975-12-30', 'Casado', '973456789', 'joao.santos@gmail.com', '48'),
10    ('384756291', 'Mariana Lopes', '6080-105', 'Porto', 'Rua E', '104', '1995-08-25', 'Solteira', '982345678', 'mariana.lopes@gmail.com', '28'),
11    ('476192384', 'Pedro Oliveira', '9000-016', 'Faro', 'Rua F', '105', '1983-03-10', 'Casado', '993456789', 'pedro.oliveira@gmail.com', '41')
12    ;
```

Imagem 19 - Povoamento tabela Cliente em MySQL

Por exemplo, na inserção de dados na tabela “Cliente” que podemos ver acima, é passado obrigatoriamente um dado (a menos que possa ser nulo), correspondente àquele tipo, para cada parâmetro, (NIF, Nome, Codigo\_Postal, Localidade, Rua, Numero\_Porta, Data\_Nascimento, Estado\_Civil (opcional), Telemovel, eMail, Idade).

É importante salientar que neste ponto, assim como na criação das tabelas, a ordem escolhida por onde começar a povoar não é de todo aleatória. Deve respeitar as restrições “impostas” pelas chaves estrangeiras de modo a não provocar nenhum erro.

```

1 • SELECT * FROM AgenciaSemProvas.Departamento;
2
3 • INSERT INTO Departamento
4     (Id, Especializacao, Telemovel,eMail)
5     VALUES
6     ('1','Fraudes','936831789','fraudes@gmail.com'),
7     ('2','Infidelidades','918736290','infidelidades@gmail.com'),
8     ('3','Roubo','253095771','roubo@gmail.com'),
9     ('4','Desaparecimento','965388170','desaparecimento@gmail.com')
10    ;

```

Imagem 20 - Povoamento tabela Departamento em MySQL

```

1 • SELECT * FROM AgenciaSemProvas.Detetive;
2
3 • INSERT INTO Detetive
4     (Numero_Mecanografico, Nome, Classificacao, Salario, Codigo_Postal, Localidade, Rua, Numero_Porta, Telemovel, eMail, Departamento)
5     VALUES
6     ('1','João Silva','5','2500','4000-451','Porto','Rua G','101','912345678','joao.silva@gmail.com','1'),
7     ('2','Ana Pereira','4','2300','4000-072','Porto','Rua H','102','913456789','ana.pereira@gmail.com','3'),
8     ('3','Carlos Almeida','3.5','2100','4000-940','Porto','Rua I','103','914567890','carlos.almeida@gmail.com','2'),
9     ('4','Mariana Rocha','4.5','2400','4000-803','Porto','Rua J','104','915678901','mariana.rocha@gmail.com','1'),
10    ('5','Pedro Martins','5','2600','4000-053','Porto','Rua K','105','916789012','pedro.martins@gmail.com','1'),
11    ('6','Sofia Dias','4','2200','4000-006','Porto','Rua L','106','917890123','sofia.dias@gmail.com','4')
12    ;

```

Imagem 21 - Povoamento da tabela Detetive em MySQL

```

1 • SELECT * FROM AgenciaSemProvas.Procedimento;
2
3 • INSERT INTO Procedimento
4     (Id, Custo, Descricao)
5     VALUES
6     ('1','50','Vigilância'),
7     ('2','75','Análise Forense'),
8     ('3','100','Interrogatório'),
9     ('4','30','Pesquisa de Dados'),
10    ('5','60','Rastreamento de Ativos'),
11    ('6','45','Entrevistas')
12    ;

```

Imagem 22 - Povoamento da tabela Procedimento em MySQL

```

1 • SELECT * FROM AgenciaSemProvas.Caso;
2
3 • INSERT INTO Caso
4     (Numero, Descricao, Custo, Data_Inicio, Data_Fim, Estado, Area, Cliente)
5     VALUES
6     ('1','Caso de fraude','500','2015-08-01',NULL,'Ativo','Roubo','123456789'),
7     ('2','Investigação de infidelidade','750','2023-02-01','2024-05-10','Concluído','Infidelidade','987654321'),
8     ('3','Desaparecimento de pessoa','1000','2024-03-15',NULL,'Ativo','Desaparecimento','192837465'),
9     ('4','Rastreamento de ativos','600','2019-10-20',NULL,'Ativo','Economia','564738291'),
10    ('5','Investigação de roubo','450','2020-05-25','2024-06-20','Concluído','Roubo','384756291'),
11    ('6','Análise forense de documentos','800','2022-10-06',NULL,'Arquivado','Forense','476192384')
12    ;

```

Imagem 23 - Povoamento da tabela Caso em MySQL

```

1 • SELECT * FROM AgenciaSemProvas.Caso_Detetive;
2
3 • INSERT INTO Caso_Detetive
4     (Data_Inicio, Data_Fim, Caso, Detetive)
5     VALUES
6     ('2022-07-13','2022-10-22','6','3'),
7     ('2019-11-06','2023-04-30','4','1'),
8     ('2024-01-07','2024-04-07','2','4')
9     ;

```

Imagem 24 - Povoamento da tabela Caso\_Detetive em MySQL

```

1 • SELECT * FROM AgenciaSemProvas.Procedimento_Caso_Detetive;
2
3 • INSERT INTO Procedimento_Caso_Detetive
4     (Custo_Total,Caso, Procedimento, Detetive)
5     VALUES
6     ('50','1','1','1'),
7     ('75','2','2','2'),
8     ('100','3','3','3'),
9     ('30','4','4','4'),
10    ('60','5','5','5'),
11    ('45','6','6','6'),
12    ('50','2','1','1'),
13    ('75','3','2','2'),
14    ('100','4','3','3'),
15    ('30','5','4','4'),
16    ('60','6','5','5'),
17    ('45','1','6','6')
18    ;

```

Imagem 25 - Povoamento da tabela Procedimento\_Caso\_Detetive em MySQL

Com todas as instruções “INSERT” realizadas, damos por completo o povoamento da base de dados através do primeiro método, manual e realizado na plataforma MySQL.

No entanto, de forma a agilizar o processo, é possível também realizar este povoamento através de um programa. Para tal, criamos o nosso segundo método, um programa escrito na linguagem de programação python, que acede à base de dados e faz o povoamento através de dados escritos num ficheiro “.csv”. Escolhemos a linguagem python pelo facto de ser relativamente fácil e bastante intuitiva o que facilita a aplicação da mesma.

```
1 import pandas as pd
2 from db_connection import create_connection
3
4 def clear_tables():
5     connection = create_connection()
6     cursor = connection.cursor()
7     cursor.execute("SET FOREIGN_KEY_CHECKS = 0") # Desabilitar verificação de chave estrangeira
8     cursor.execute("DELETE FROM Cliente")
9     cursor.execute("DELETE FROM Procedimento")
10    cursor.execute("SET FOREIGN_KEY_CHECKS = 1") # Habilitar verificação de chave estrangeira novamente
11    connection.commit()
12    cursor.close()
13    connection.close()
14
15 def populate_clientes(csv_file):
16     connection = create_connection()
17     cursor = connection.cursor()
18     df = pd.read_csv(csv_file, delimiter=';')
19
20     for _, row in df.iterrows():
21         cursor.execute(
22             "INSERT INTO Cliente (NIF, Nome, Codigo_Postal, Localidade, Rua, Numero_Porta, Data_Nascimento, Estado_Civil, Telemovel, eMail, Idade) VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s)",
23             tuple(row)
24         )
25     connection.commit()
26     cursor.close()
27     connection.close()
28
29 def populate_procedimentos(csv_file):
30     connection = create_connection()
31     cursor = connection.cursor()
32     df = pd.read_csv(csv_file, delimiter=';')
33
34     for _, row in df.iterrows():
35         cursor.execute(
36             "INSERT INTO Procedimento (Id, Custo, Descricao) VALUES (%s, %s, %s)",
37             tuple(row)
38         )
39     connection.commit()
40     cursor.close()
41     connection.close()
```

Imagem 26 - Ficheiro “populate\_database.py”

Após aceder à base de dados o nosso programa abre dois ficheiros “.csv”. Um relacionado com os clientes e outro relacionado com os procedimentos. Depois disto é efetuada a divisão de cada linha em campos e atribuído os respectivos valores da linha às colunas das tabelas, ou clientes ou procedimentos.

```
1  from populate_database import (
2      clear_tables,
3      populate_clientes,
4      populate_procedimentos
5  )
6
7  if __name__ == "__main__":
8      clear_tables()
9      populate_clientes("cliente.csv")
10     populate_procedimentos("procedimento.csv")
```

Imagem 27 - Ficheiro “main.py”

Após definirmos as funções principais em si, é necessário efetuar a execução da mesma. Para tal necessitamos de um ficheiro “main” que invoca as funções necessárias.

## 5.4 Cálculo do espaço da base de dados (inicial e taxa de crescimento anual)

O cálculo do espaço necessário para a base de dados inicialmente e a previsão da sua taxa de crescimento anual são cruciais para planear a infraestrutura de hardware e garantir que o sistema possa escalar conforme necessário. Segue em seguida o tamanho necessário para a implementação inicial da base de dados:

### **Tamanho inicial estimado:**

- Cliente: 1 registo inicial \* 444 bytes por registo;
- Detetive: 1 registo inicial \* 1342 bytes por registo;
- Departamento: 1 registo inicial \* 158 bytes por registo;
- Procedimento: 1 registo inicial \* 65547 bytes por registo;
- Caso: 1 registo inicial \* 65617 bytes por registo;
- Caso\_Detetive: 1 registo inicial\* 14 bytes por registo;
- Procedimento\_Caso\_Detetive: 1 registo inicial \* 20 bytes por registo;

**Total:** 133,132 KB

Após realizarmos as contas podemos perceber que precisamos de 133,132 KB para o espaço inicial da base de dados. Após preencher com todos os registos que existem nos ficheiros da empresa até ao momento, o tamanho da nossa base de dados aumentou para 31,52 MB.

De acordo com o histórico e a evolução que a empresa apresentou até ao momento, analisado através de documentos e registos, assim como com o estudo de viabilização realizado, podemos assumir que, ao fim de um ano, a base de dados necessitará de uma adição de 6,27 MB para possibilitar o armazenamento de todos os dados necessários evitando problemas de desempenho e capacidade.

## 5.5 Definição e caracterização de vistas de utilização em SQL

As vistas (VIEW) são consultas SQL armazenadas que proporcionam uma maneira simplificada de acessar dados complexos. Elas são usadas para fornecer uma camada de abstração sobre as tabelas, facilitando a obtenção de informações específicas e melhorando a segurança ao limitar o acesso direto às tabelas subjacentes.

No contexto deste projeto desenvolvemos as seguintes vistas:

```
1 • USE AgenciaSemProvas;
2
3 • CREATE VIEW vistaClassificacao AS
4     SELECT D.Nome AS Nome
5     FROM Detetive AS D
6     WHERE D.Classificacao > 4
7     ORDER BY Nome ASC;
8
9 • CREATE VIEW vistaSalario AS
10    SELECT D.Nome AS Nome
11    FROM Detetive AS D
12    ORDER BY D.Salario DESC;
13
14 • CREATE VIEW vistaCusto AS
15    SELECT C.Numero, C.Custo
16    FROM Caso AS C
17    WHERE C.Data_Inicio < '2020-01-01'
18    ORDER BY C.Custo DESC;
```

Imagem 28 - Criação de Vistas em MySQL

-> **vistaClassificacao**: responsável por fornecer uma lista com os nomes dos Detetives cuja Classificação é superior a 4, ordenados por ordem alfabética.

-> **vistaSalario**: fornece uma lista com os nomes dos Detetives, ordenada por ordem decrescente de salário.

-> **vistaCusto**: permite obter uma lista com os Números e Custos dos Casos que possuem uma Data\_Inicio anterior a 2020.

## 5.6 Tradução das interrogações do utilizador para SQL

Nesta seção, traduzimos as consultas dos utilizadores em instruções SQL específicas. Essas consultas são baseadas nos requisitos de informações que os utilizadores precisam regularmente. Fornecemos exemplos de consultas que respondem a perguntas comuns, como o número de casos ativos ou a lista de detetives associados a casos específicos.

```
1 • USE AgenciaSemProvas;
2
3 • SELECT CA.Numero, CA.Area, C.Nome
4       FROM Caso AS CA
5       JOIN Cliente AS C ON C.NIF = CA.Cliente;
6
7 • SELECT C.Numero, C.Descricao, D.Nome
8       FROM Caso AS C
9       JOIN Caso_Detetive AS CD ON C.Numero = CD.Caso
10      JOIN Detetive AS D ON CD.Detetive = D.Numero_Mecanografico;
11
12 • SELECT * FROM Caso
13       WHERE Estado = 'Ativo';
14
15 • ALTER TABLE Detetive RENAME COLUMN Numero_Mecanografico TO ID;
16 • ALTER TABLE Detetive RENAME COLUMN Departamento TO DepID;
17
18 • SELECT SUM(Custo) FROM Caso;
19
20 • SELECT COUNT(Numero) FROM Caso;
```

Imagem 29 - Interrogações do utilizador em MySQL

Segundo esta imagem, temos a conversão de cada uma das interrogações realizadas e explicadas anteriormente em Álgebra Relacional, durante a Validação do Modelo, para SQL. Assim, temos 6 interrogações relativas:

- a uma lista com o Número e Área dos Casos e o Nome do Cliente associado a esses Casos;
- a uma lista com o Número e Descrição dos Casos e o Nome do Detetive associado à investigação desses Casos;
- a uma lista dos Casos cujo Estado é dado como 'Ativo';



- à alteração dos nomes de dois atributos (Numero\_Mecanografico e Departamento) da tabela Detetive;
- ao somatório do custo de todos os Casos existentes na Agência;
- à contagem de todos os Casos que se encontram na Agência.

## 5.7 Indexação do Sistema de Dados

A indexação é uma técnica com uma grande importância quando o assunto é SQL visto que permite agilizar o processo de procura de dados através de uma localização mais rápida das informações pretendidas. Este processo, de uma forma resumida e simples, baseia-se em, de certa forma, criar uma ou mais “listas” que contêm os valores das colunas escolhidas. Por sua vez, cada elemento desta “lista” apresenta também um pointer que indica onde está o resto da informação associada a esse dado.

```
24      -- Criação de índices:
25 •    CREATE INDEX id_caso_estado ON Caso(Estado);
26
27      -- Acelerar consultas que filtram pelo Estado
28 •    SELECT * FROM Caso Where Estado = 'Ativo';
```

Imagem 30 - Criação de índices em MySQL

Como foi referido anteriormente neste relatório uma das interrogações que o nosso sistema possui baseia-se em encontrar todos os ‘Casos’ que apresentem o ‘Estado’ com o valor ‘Ativo’. Sendo assim, de forma a tornar este processo mais eficiente, podemos criar um índice na coluna ‘Estado’ para, em vez de o nosso sistema estar a “ler todos os dados da linha” apenas percorrer a coluna ‘Estado’ para encontrar as correspondências pretendidas. Com o intuito de simplificar podemos ver isto da seguinte maneira:

- Seria criada uma ‘lista’ com todos os ‘Estados’ dos ‘Casos’;
- Por sua vez, cada ‘Estado’ teria um pointer que indique onde está o resto da informação (Numero, Descricao, Data\_Inicio, Data\_Fim, Area, Cliente);
- Não necessita de percorrer esses outros campos do Caso. Apenas percorreria o ‘Estado’.

## 5.8 Implementação de procedimentos, funções e gatilhos

Procedimentos armazenados, funções e gatilhos (triggers) são usados para automatizar tarefas e garantir a integridade dos dados. Procedimentos e funções encapsulam lógica de negócios que pode ser reutilizada, enquanto os gatilhos executam ações automaticamente em resposta a eventos na base de dados.

```
31  -- função para calcular o custo total dos casos de um cliente
32  DELIMITER $$
33  • CREATE FUNCTION CalcularCustoTotalCliente (clienteNIF INT) RETURNS FLOAT
34  BEGIN
35      DECLARE custo_total FLOAT;
36      SELECT SUM(Custo) INTO custo_total FROM Caso WHERE Cliente = clienteNIF;
37      RETURN custo_total;
38  END$$
39
40  DELIMITER ;
41
42  -- procedimento para atualizar o estado de um caso
43  DELIMITER &&
44  • CREATE PROCEDURE AtualizarEstadoCaso (IN numeroCaso INT, IN novoEstado VARCHAR(10))
45  BEGIN
46      UPDATE Caso
47      SET Estado = novoEstado WHERE Numero = numeroCaso;
48  END&&
49
50  DELIMITER ;
51
52  -- gatilho para atualizar o estado de um caso
53  DELIMITER ##
54  • CREATE TRIGGER AtualizaEstadoCaso AFTER UPDATE ON Caso
55  FOR EACH ROW
56  BEGIN
57      IF NEW.Data_Fim IS NOT NULL THEN
58          SET NEW.Estado = 'Concluído';
59      END IF;
60  END##
61
62  DELIMITER ;
```

Imagem 31 - Criação de um procedimento, uma função e um gatilho em MySQL

Assim, como mostra a imagem, desenvolvemos:

- Função `CalcularCustoTotalCliente`: recebe como parâmetro um NIF de um Cliente e o seu objetivo é calcular, como o nome indica, o Custo Total de todos os Casos que estão associados ao Cliente cujo NIF foi recebido.
- Procedimento `AtualizarEstadoCaso`: recebe como parâmetro um Número e um Estado de um Caso, e atualiza nessa mesma tabela o Estado do Cliente com o `numeroCaso` para o recebido.

- Gatilho AtualizarEstadoCaso: é ativado um *Trigger* após a atualização da tabela Caso que verifica se o atributo Data\_Fim é nulo, e se não for é automaticamente definido como 'Concluído'.

## 6. Conclusões e Trabalho Futuro

Para que uma base de dados seja estável, bem estruturada, eficaz, e simultaneamente fácil de aceder, a mesma requer um atento trabalho onde o "construtor" da base de dados terá que ter em conta todas as exigências do seu cliente. Assim sendo, todo o processo deverá seguir todos os passos necessários até que a base de dados esteja pronta, começando na definição do sistema (contextualização da aplicação do trabalho em causa), seguido de uma interpretação, passando pelo levantamento e análise dos requisitos necessários para a construção da Base de Dados, seguido da construção sólida e organizada dos modelos necessários à elaboração da mesma (conceptual e lógico), finalizando-se com a implementação física.

Nesta segunda fase do trabalho, implementamos fisicamente uma base de dados para a agência de detetives utilizando a plataforma MySQL. A implementação abrangeu a criação das tabelas, povoamento com dados iniciais, definição de utilizadores e as suas permissões, cálculo do espaço de armazenamento necessário, criação de vistas SQL, tradução de consultas dos utilizadores, indexação, e desenvolvimento de procedimentos, funções e gatilhos.

Consideramos que esta parte, quando comparada com a primeira, tornou-se mais fácil muito provavelmente pelo facto de já estarmos mais habituados com a unidade curricular em si. Concluímos os pontos solicitados para a implementação física da base de dados, de uma forma satisfatória. No entanto, temos noção também que existem algumas partes que poderiam ter sido melhoradas. Como exemplo disso temos as "queries" que foram implementadas. Poderíamos sim ter feito um melhor trabalho no que está relacionado com os requisitos de controlo assim como com os de manipulação, nomeadamente aumentar o número dos mesmos. Para além disso, a parte relacionada com a criação dos utilizadores, levantou algumas dúvidas durante a realização da mesma.

Em suma, tendo em conta toda a prestação que fizemos neste projeto, consideramos que, apesar de algumas lacunas, fizemos um bom trabalho e estamos satisfeitos com o mesmo. Esforçamo-nos e tentamos apresentar o melhor que conseguimos, o que é algo bastante importante.

## 7. Mudanças Efetuadas na Primeira Fase

Com o decorrer da resolução e da implementação física nesta segunda fase do trabalho, deparamos-nos com algumas lacunas e, de tal modo, retificamos e adicionamos alguns tópicos relativos à primeira fase que foi entregue no mês de março. Mudanças essas correspondentes a:

- Adaptação do Resumo;
- Adição de duas Palavras-Chave referentes à implementação física (6. e 7.);
- Acréscimo de três Requisitos de Descrição (RD20, RD21 e RD22, relativos à área do 'Caso' e do 'Procedimento').

## 8. Referências Bibliográficas

Belo, O. (2022). *Sistemas de Bases de Dados - Casos para Estudo - Notas de Resolução*. Obtido de A Mercearia da D. Acácia:  
[https://learn-eu-central-1-prod-fleet01-xythos.content.blackboardcdn.com/65b407d4c5359/4280738?X-Blackboard-S3-Bucket=learn-eu-central-1-prod-fleet01-xythos&X-Blackboard-Expiration=1712469600000&X-Blackboard-Signature=nbmpV2FNOCrGzWGsl9CDUQiUikHQC%2BVIOn%](https://learn-eu-central-1-prod-fleet01-xythos.content.blackboardcdn.com/65b407d4c5359/4280738?X-Blackboard-S3-Bucket=learn-eu-central-1-prod-fleet01-xythos&X-Blackboard-Expiration=1712469600000&X-Blackboard-Signature=nbmpV2FNOCrGzWGsl9CDUQiUikHQC%2BVIOn%20)

Correia, D. (2024). *IST LEIC-A*. Obtido de Álgebra Relacional:  
<https://resumos.leic.pt/bd/relational-algebra/>

Kessler, J. (2024). *RelaX*. Obtido de RelaX - relational algebra calculator:  
<https://dbis-uibk.github.io/relax/landing>

TheCodex (Realizador). (2018). *Python and MySQL - Populating our Database and Table* [Filme].

Tim, T. W. (Realizador). (2019). *Python MySQL Tutorial - Creating Tables, Inserting & Selecting* [Filme].