



# **Off Constructions - O uso de bases de dados aplicadas à construção civil**

Bases de Dados  
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

G504  
Afonso Carvalho up201807481@fe.up.pt  
Tiago Rodrigues up201907021@fe.up.pt  
Tomás Fidalgo up201906743@fe.up.pt

18 de maio de 2021

# Conteúdo

|          |                                      |           |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introdução</b>                    | <b>2</b>  |
| 1.1      | Requisitos do cliente . . . . .      | 2         |
| 1.2      | Requisitos da obra . . . . .         | 2         |
| 1.3      | Requisitos de material . . . . .     | 2         |
| 1.4      | Requisitos de veículos . . . . .     | 2         |
| 1.5      | Requisitos dos empregados . . . . .  | 2         |
| 1.6      | Novos requisitos . . . . .           | 4         |
| <b>2</b> | <b>Esquema Relacional</b>            | <b>6</b>  |
| <b>3</b> | <b>Dependências Funcionais</b>       | <b>7</b>  |
| <b>4</b> | <b>Restrições Associadas</b>         | <b>10</b> |
| <b>5</b> | <b>Interrogação da Base de Dados</b> | <b>13</b> |
| <b>6</b> | <b>Adição de Gatilhos</b>            | <b>14</b> |

# Capítulo 1

## Introdução

A OFF Constructions, uma empresa de construção sediada no Porto, pretende armazenar informação relativa ao seu funcionamento, com o propósito de tornar o seu negócio mais eficiente. Deste modo, foi-lhes sugerida a seguinte base de dados:

### 1.1 Requisitos do cliente

- Do cliente é guardada informação relativa à sua identificação, por motivos de faturação. Assim, é necessário guardar o nome, o contacto telefónico, a morada e o seu NIF. Quando o cliente requisita uma obra, é primeiro criado um projeto, que contém detalhes relativos ao orçamento acordado e ao prazo de finalização. Um cliente pode requisitar mais do que uma obra, no entanto, cada obra terá apenas um cliente, seja ele particular ou outra empresa.

### 1.2 Requisitos da obra

- De cada obra interessa saber a sua localização (rua, N<sup>o</sup> de porta, código postal e cidade), a data de início das construções, o custo real (que tanto pode ser superior como inferior ao orçamento), a área de terreno envolvida assim como a área interior projetada. Por fim, é necessário saber, a um dado instante, o estado da obra.

### 1.3 Requisitos de material

- Cada obra tem, de antemão, uma certa quantidade de material alocado, do qual se pretende saber a quantidade disponível e o custo. Cada material diferente possui um código interno, assim como uma designação pela qual é conhecido. Este material é guardado num dos estaleiros da empresa (a OFF Constructions prefere guardar todo o material igual no mesmo estaleiro), dos quais é importante saber a localização (com os mesmos requisitos da obra) e capacidade máxima.

### 1.4 Requisitos de veículos

- Para além do material, a empresa possui uma frota de veículos, tanto de transporte de empregados como de materiais, assim como todos os tipos de maquinaria pesada usada nas diferentes obras. De cada veículo, a empresa gostaria de registar a matrícula, a categoria (segundo o código da estrada), as despesas associadas, o consumo médio do veículo bem como a data de inspeção de cada um.

### 1.5 Requisitos dos empregados

- Por último, a OFF gostaria de registar todos os seus empregados no sistema. Todos os empregados têm o seu nome, NIF, contacto e salário registados, assim como a sua habilitação escolar. Dos empregados que estão nas obras, interessa saber a sua especialidade (carpinteiro, electricista, etc.) e o cargo que possui na obra. Quanto aos empregados que estão no escritório, é necessário guardar a sua estação de trabalho e a sua especialização (decorador,

contabilista, arquiteto, engenheiro, entre outras). Outro tipo de empregados que a OFF contrata são maquinistas, cujo trabalho é operar e manobrar os vários veículos usados nas obras. Posto isto, de cada um deles é necessário saber as categorias (segundo o código da estrada) que estão habilitados a conduzir.

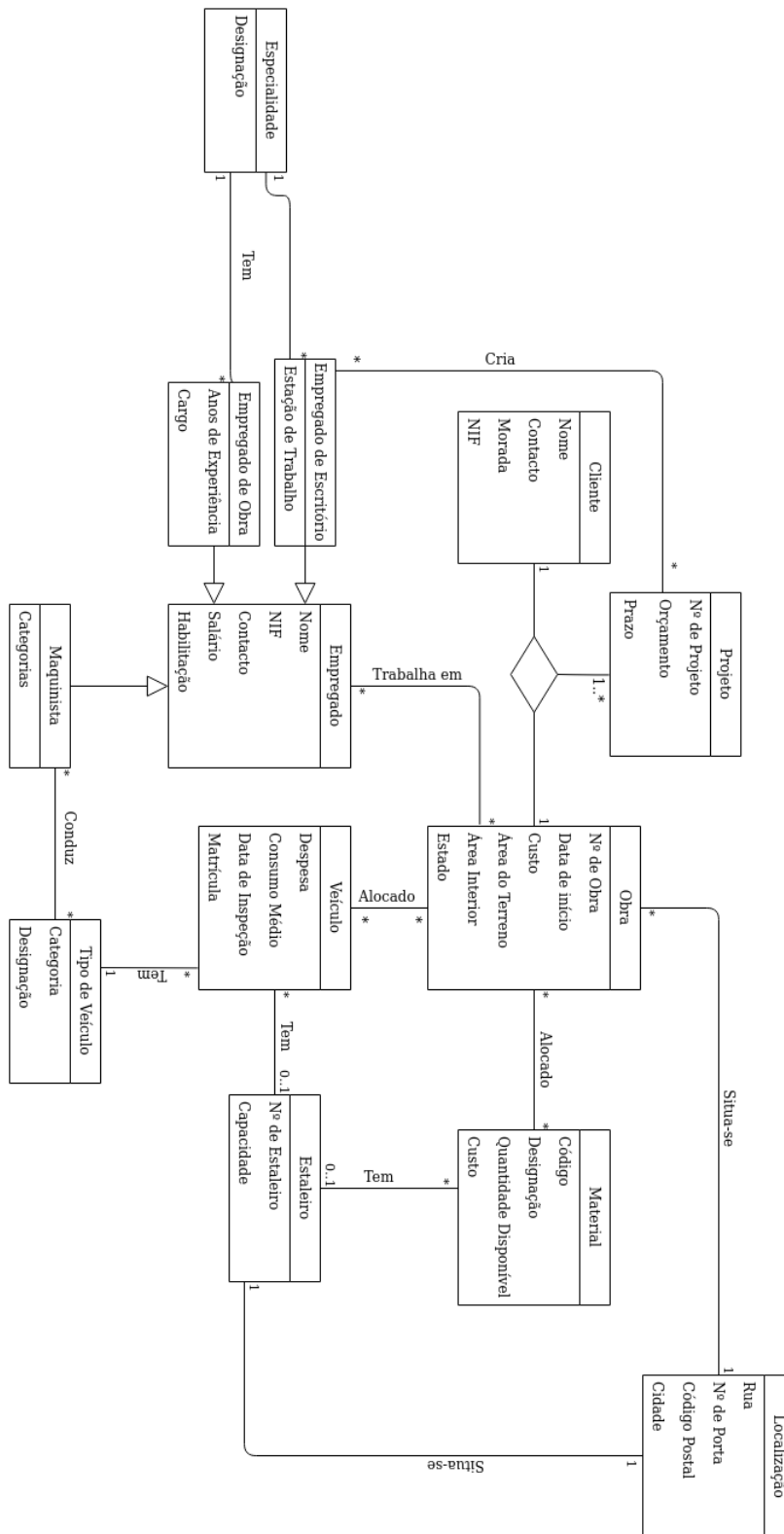
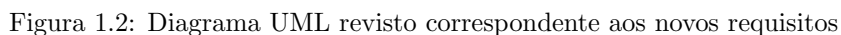


Figura 1.1: Diagrama UML original correspondente aos requisitos dados

- Após falar com o docente, foram propostas algumas ligeiras alterações ao modelo apresentado, as quais podem ser vistas no seguinte diagrama UML.



## Capítulo 2

# Esquema Relacional

• O diagrama UML revisto poderá ser decomposto no seguinte esquema relacional, e são possíveis obter as seguintes tabelas.

- *Cliente*(*Nome*, *Morada*, *Contacto*, *NIF*)
- *Projeto*(*N de Projeto*, *Orcamento*, *Prazo*)
- *Obra*(*N de Obra*, *Data de Inicio*, *Custo*, *Area do Terreno*, *Area Interior*, *Estado* → *Estado*, *Rua* → *Localizacao.Rua*, *N de Porta* → *Localizacao.N de Porta*, *Codigo Postal* → *Localizacao.Codigo Postal*)
- *Estado*(*Designacao*)
- *Material*(*Codigo*, *Designacao*, *Quantidade Disponivel*, *Custo*, *Guardado* → *Estaleiro*)
- *Localizacao*(*Rua*, *N de Porta*, *Codigo Postal*, *Cidade*)
- *Estaleiro*(*N de Estaleiro*, *Capacidade*, *Rua* → *Localizacao.Rua*, *N de Porta* → *Localizacao.N de Porta*, *Codigo Postal* → *Localizacao.Codigo Postal*)
- *Veiculo*(*Matricula*, *Consumo Medio*, *Data de Inspecao*, *Despesa*, *Tipo* → *TipoDeVeiculo*, *Guardado* → *Estaleiro*)
- *TipoDeVeiculo*(*Categoria*, *Designacao*)
- *Especialidade*(*Designacao*)
- *Empregado*(*Nome*, *NIF*, *Contacto*, *Salario*, *Habilitacao*, *Idade*, *Sexo*)
- *EmpregadoDeEscritorio*(*NIF* → *Empregado*, *Estacao de Trabalho*, *Especialidade* → *Especialidade*)
- *EmpregadoDeObra*(*NIF* → *Empregado*, *Anos de Experiencia*, *Cargo*, *Especialidade* → *Especialidade*)
- *Maquinista*(*NIF* → *Empregado*, *Categorias*)
- *Cria*(*NIF* → *EmpregadoDeEscritorio*, *N de Projeto* → *Projeto*)
- *MaterialAlocado*(*Codigo* → *Material*, *N de Obra* → *Obra*)
- *VeiculoAlocado*(*Matricula* → *Veiculo*, *N de Obra* → *Obra*)
- *TrabalhaEm*(*NIF* → *Empregado*, *N de Obra* → *Obra*)
- *Conduz*(*NIF* → *Maquinista*, *Designacao* → *TipoDeVeiculo*)
- *ClienteObraProjeto*(*Cliente* → *Cliente*, *Obra* → *Obra*, *Projeto* → *Projeto*)

## Capítulo 3

# Dependências Funcionais

Fazendo uma pequena análise das dependências funcionais é possível determinar as seguinte.

- Na relação cliente:

- $NIF \rightarrow Nome, Morada, Contacto$
- $Contacto \rightarrow Nome$

Uma vez que a DF  $Contacto \rightarrow Nome$  existe, e  $Contacto$  não é uma chave, a relação apresenta uma violação à BCNF. Para além disto, como  $Nome$  também não é primo, a relação também não se encontra na 3FN.

- Na relação Projeto:

- $N\ de\ Projeto \rightarrow Orcamento, Prazo$

Como apenas temos uma DF e o lado esquerdo é uma chave, esta relação encontra-se na BCNF e, portanto, na 3FN também.

- Na relação Obra:

- $N\ de\ Obra \rightarrow Data\ de\ Inicio, Custo, Area\ do\ Terreno, Area\ Interior, Estado, Rua, N\ de\ Porta, Codigo\ Postal$
- $Rua, Codigo\ Postal, N\ de\ Porta, Data\ de\ Inicio \rightarrow Custo, Estado, Area\ do\ Terreno, Area\ Interior$

O lado direito da segunda DF apresentada não contém apenas atributos primos, por exemplo, o custo. O custo nunca poderia ser parte de uma chave, pois não permite identificar uma obra nem na mesma localização (é possível realizar duas obras no mesmo sítio, por exemplo, uma expansão, e terem exatamente o mesmo custo), nem em sítios separados (várias obras a custarem o mesmo). Assim sendo, a relação não está na 3FN e portanto também não está na BCNF.

- Na relação Estado:

Uma vez que a relação Estado apenas apresenta um elemento e não existem dependências funcionais, obrigatoriamente está contida na BCNF e também na 3FN.

- Na relação Material:

- $Codigo \rightarrow Designacao, Quantidade\ Disponivel, Custo, Guardado$
- $Designacao \rightarrow Quantidade\ Disponivel, Custo$
- $Designacao, Estaleiro \rightarrow Codigo$

Uma vez que a segunda DF não tem apenas atributos primos do lado direito ( $Quantidade\ Disponível$  e  $Custo$  não fazem parte de nenhuma chave), então a relação não está na 3FN nem na BCNF.

- Na relação Localização:

- $CodigoPostal \rightarrow Cidade$
- $Cidade, Rua \rightarrow CodigoPostal$

A relação encontra-se na 3FN, porque  $Código\ Postal$  é uma chave, e portanto também é um atributo primo. No entanto, como  $Cidade$  e  $Rua$  não podem compor uma chave, esta relação não se encontra na BCNF.

- Na relação Estaleiro:

- $Rua, Codigo Postal, N de Porta \rightarrow N de Estaleiro$
- $N de Estaleiro \rightarrow Rua, Codigo Postal, N de Porta, Capacidade.$

Como ambas as DF têm chaves nos lados esquerdos (visto que cada localização apenas pode ter um estaleiro, também seria uma chave), então esta relação encontra-se na BCNF.

- Na relação Veículo:

- $Matricula \rightarrow Consumo Medio, Data de Inspecao, Despesa, Tipo, Guardado$

Uma vez que apenas a matrícula consegue identificar outras características do veículo, e é a chave da relação, então Veículo encontra-se na BCNF.

- Na relação TipoDeVeículo:

- $Designacao \rightarrow Categoria$

Como apenas temos uma DF, e Designação é chave, TipoDeVeículo também pertence à BCNF.

- Na relação Especialidade:

Visto que a relação é composta apenas por um elemento, não existem DF's e a relação pertence obrigatoriamente à BCNF.

- Na relação Empregado:

- $NIF \rightarrow Nome, Contacto, Salario, Habilitacao, Idade, Sexo$
- $Contacto, Nome \rightarrow NIF, Salario, Habilitacao, Idade, Sexo$

A relação Empregado encontra-se na BCNF, porque todos os lados esquerdos das DF são chaves da relação (Contacto e Nome identificam o NIF, que identifica as restantes). Assim sendo, para além de estar na BCNF, também está na 3FN.

- Na relação EmpregadoDeEscritório:

- $NIF \rightarrow Estacao de trabalho, Especialidade$
- $Especialidade \rightarrow Estacaodetrabalho$

Visto que a Estação de trabalho não é um atributo primo, e a Especialidade não é uma chave, a relação não pode pertencer à 3FN, e por consequência nem à BCNF.

- Na relação EmpregadoDeObra:

- $NIF \rightarrow Anos de Experiencia, Cargo, Especialidade$
- $Anos de Experiencia \rightarrow Cargo$

Nesta relação, podemos ver que na segunda DF, nem o elemento da esquerda é chave, nem o da direita é primo, logo, a relação não pertence a 3FN nem à BCNF.

- Na relação Maquinista:

- $NIF \rightarrow Categorias$

Como só existe uma DF possível, e o lado esquerdo é a chave da relação, então Maquinista está na BCNF.

- Na relação Cria:

Dado que a relação é apenas composta por elementos que pertencem à chave, não existem DF's e a relação está portanto na BCNF.



- Na relação MaterialAlocado:

A relação MaterialAlocado também não apresenta DF's, pois todos os elementos são parte da chave. Deste modo, encontra-se na BCNF.

- Na relação VeículoAlocado:

Aqui sucede-se o mesmo que em MaterialAlocado, e por todos os elementos serem chaves, a relação está na BCNF e na 3FN.

- Na relação TrabalhaEm:

Mais uma vez, como todos os elementos são chaves, a relação está na BCNF e na 3FN, devido à falta de DF's.

- Na relação Conduz:

Visto que a relação apenas contém elementos que fazem parte da chave, não existem DF's e a relação encontra-se na BCNF e 3FN.

- Na relação ClienteObraProjeto:

- $Projeto \rightarrow Obra, Cliente$
- $Obra \rightarrow Cliente$

Como a Obra não é uma chave, e Cliente não é um atributo primo, a relação ClienteObraProjeto não satisfaz os requisitos para pertencer à 3FN, e, por consequência, também não pode estar na BCNF.

## Capítulo 4

# Restrições Associadas

Para assegurar consistência entre os dados, as seguintes relações foram impostas na base de dados.

- Na relação Cliente:
  - Não podem haver elementos NULL: Restrições NOT NULL.
  - NIF terá que ser válido e único. Por questões de simplicidade, verifica-se apenas se está no intervalo correto, sem assegurar a validade dos dígitos: Restrições CHECK e PRIMARY KEY.
  - Contacto tem de corresponder a um número de telefone para uso pessoal, que em Portugal começam pelo indicativo 9, se forem telemóveis, ou 2, se forem telefones fixos: Restrição CHECK.
- Na relação Projeto:
  - Não podem existir elementos NULL: Restrições NOT NULL.
  - Elementos têm de ser positivos: Restrições CHECK.
  - N<sup>o</sup> de projeto tem de ser único: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Obra:
  - Com a exceção de data de início e áreas interiores e exteriores nenhum campo poderá ser NULL, isto porque a obra pode ainda não se ter iniciado e a mesma pode apenas ter área interior ou exterior: Restrições NOT NULL.
  - Números positivos para custo, data de início e áreas: Restrições CHECK.
  - O estado terá de ser um dos referidos na restrição, para assegurar a consistência dos dados entre as diferentes obras. Por defeito, a obra ainda não foi iniciada: Restrições CHECK e DEFAULT.
  - O N<sup>o</sup> de obra terá de ser único: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Estado:
  - A relação não pode ter um valor NULL e terá que ser única: Restrição NOT NULL e PRIMARY KEY.
- Na relação Material:
  - Nenhum campo poderá ser NULL com a exceção do estaleiro onde está guardado, uma vez que pode não estar guardado em nenhum: Restrições NOT NULL.
  - Os códigos de produtos, quantidades e custos terão de ser positivos: Restrições CHECK.
  - O código terá de ser único: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Localização:
  - Com a exceção da cidade, devido à implementação de gatilhos, nenhum dos campos poderá ser NULL: Restrições NOT NULL.
  - A rua, o código postal e o N<sup>o</sup> de porta identificam um local: Restrição PRIMARY KEY.
  - O N<sup>o</sup> de porta tem de ser positivo: Restrição CHECK.

- Na relação Estaleiro:
  - Nenhum dos campos poderá ser NULL: Restrições NOT NULL.
  - A capacidade e o N<sup>o</sup> do estaleiro têm de ser positivos: Restrições CHECK.
  - O N<sup>o</sup> de estaleiro é único: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Veículo:
  - Com a exceção do estaleiro, todos os campos têm de ter um valor: Restrições NOT NULL.
  - O consumo mínimo e a despesa são positivos: Restrições CHECK.
  - A matrícula é única para cada veículo: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Tipo de Veículo:
  - Todos os tipos têm uma categoria e uma designação: Restrições NOT NULL.
  - A designação é única para cada tipo: Restrições PRIMARY KEY.
- Na relação Especialidade:
  - A designação terá de ser única e não nula: Restrições PRIMARY KEY e NOT NULL.
- Na relação Empregado:
  - Todos os campos têm de estar preenchidos: Restrições NOT NULL.
  - Para o NIF e o contacto aplicam-se as mesmas restrições CHECK existentes na classe Cliente.
  - O NIF é único para cada funcionário: Restrição PRIMARY KEY.
  - Todos os empregados tem a idade mínima legal de 18 anos: Restrição CHECK.
  - Por questões de simplificação, o empregado apenas pode ser do sexo masculino, feminino ou “outro”: Restrição CHECK.
- Na relação Empregado de Escritório:
  - Nenhum campo poderá ser NULL: Restrições NOT NULL.
  - O NIF identifica o funcionário: Restrição PRIMARY KEY.
  - Cada estação de trabalho pertence a um funcionário: Restrição UNIQUE.
- Na relação Empregado de Obra:
  - Todos os campos estão preenchidos: Restrições NOT NULL.
  - Os empregados de obra têm de ter no mínimo 1 ano de experiência: Restrição CHECK.
  - O NIF identifica o funcionário: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Maquinista:
  - O maquinista necessita de pelo menos uma categoria, e tem de possuir um NIF: Restrições NOT NULL.
  - O NIF identifica o maquinista: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Cria:
  - Os Campos não podem ser NULL: Restrições NOT NULL.
  - A combinação de NIF e o n<sup>o</sup> do projeto identifica a relação: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Material Alocado:
  - Nenhum campo pode ser nulo: Restrições NOT NULL.
  - O código e a obra identificam o material: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Veículo Alocado:

- Nenhum campo pode ser nulo: Restrições NOT NULL.
  - A matrícula e a obra identificam o veículo: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Trabalha Em:
  - Os campos devem estar todos preenchidos: Restrições NOT NULL.
  - O NIF e a obra identificam o funcionário: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Conduz:
  - Não existem campos NULL: Restrições NOT NULL.
  - O NIF do maquinista e o tipo de veículo são únicos: Restrição PRIMARY KEY.
- Na relação Cliente-Obra-Projeto:
  - Todos os elementos têm de ser preenchidos: Restrições NOT NULL.
  - A relação é identificada por todos os campos: Restrição PRIMARY KEY.

## Capítulo 5

# Interrogação da Base de Dados

Aqui estão descritas algumas interrogações pertinentes à base de dados definida previamente. Do contexto do utilizador, serão algumas das questões mais convenientes e usuais para uma base de dados afeta a uma empresa de construção.

1. Listar todas as obras iniciadas em Setembro de 2020.
2. Determinar o empregado de obra com mais anos de experiência.
3. Listar os empregados alocados à obra com n<sup>o</sup> de obra 1.
4. Determinar que materiais foram usados em cada obra.
5. Verificar o custo médio de fazer uma obra na cidade do Porto.
6. Listar o material disponível no estaleiro de maior capacidade.
7. Determinar as cidades em que a empresa está a operar.
8. Verificar o estado da(s) obra(s) para o cliente com n<sup>o</sup> de projeto 2.
9. Determinar o custo médio dos empregados de obras localizadas em Matosinhos, onde o custo médio dos empregados é determinado a partir dos respetivos salários.
10. Determinar o consumo total dos veículos alocados às obras iniciadas em Novembro.

## Capítulo 6

# Adição de Gatilhos

De modo a tornar a base de dados mais resiliente a problemas, e a reforçar alguns dos parâmetros dados anteriormente, os seguintes gatilhos foram adicionados.

1. Quando o custo de um dado material é atualizado, a mudança reflete-se no custo de todas as obras que o usam.
2. Quando a relação entre o cliente e um dado projeto é cortada (por exemplo, caso o cliente deixe de querer trabalhar com a empresa), o respetivo projeto desaparece e a obra é atualizada para o estado "Interrompida".
3. Após a inserção de uma nova obra sem antes estar definida a localização, esta é inserida automaticamente, sendo posteriormente apenas necessário especificar a cidade em que se encontra.