

**Universidade do Minho**

Mestrado Integrado em Engenharia Informática

Licenciatura em Ciências da Computação

**Unidade Curricular de**

**Bases de Dados**

Ano Lectivo de 2016/2017

**IberoTrem – reserva de viagens online**

**João da Cunha Coelho (a74859), José Miguel Ribeiro da Silva (a74601), Luís Miguel Moreira Fernandes (a74748), Pedro João Novais da Cunha (a73958)**

Novembro, 2016

**BD**

|  |  |
| --- | --- |
| Data de Recepção |  |
| Responsável |  |
| Avaliação |  |
| Observações |  |

**IberoTrem – reserva de viagens online**

**João da Cunha Coelho (a74859), José Miguel Ribeiro da Silva (a74601), Luís Miguel Moreira Fernandes (a74748), Pedro João Novais da Cunha (a73958)**

Novembro, 2016

<</opcional Dedicatória>>

# Resumo

<<O resumo tem como objectivo descrever de forma sucinta o trabalho realizado. Deverá conter uma pequena introdução, seguida por uma breve descrição do trabalho realizado e terminando com uma indicação sumária do seu estado final. Não deverá exceder as 400 palavras.>>

**Área de Aplicação:** <<Identificação da Área de trabalho. Por exemplo: Desenho e arquitectura de Sistemas de Bases de Dados.>>

**Palavras-Chave:** <<Conjunto de palavras-chave que permitirão referenciar domínios de conhecimento, tecnologias, estratégias, etc., directa ou indirectamente referidos no relatório. Por exemplo: Bases de Dados Relacionais, Gestão de Índices, JAVA, Protocolos de Comunicação.>>

# Índice

[1. Introdução 1](#_Toc467333436)

[1.1. Contextualização 1](#_Toc467333437)

[1.2. Apresentação do Caso de Estudo 1](#_Toc467333438)

[1.3. Motivação e Objectivos 2](#_Toc467333439)

[1.4. Estrutura do Relatório 3](#_Toc467333440)

[2.Levantamento de Requisitos 4](#_Toc467333441)

[3. Desenvolvimento do Relatório 5](#_Toc467333442)

[2.2. Termos Estrangeiros 5](#_Toc467333443)

[2.3. Tabelas e Figuras 5](#_Toc467333444)

[2.4. Siglas e Acrónimos 6](#_Toc467333445)

[2.5. Referências Bibliográficas 6](#_Toc467333446)

[2.6. Tipo de Ficheiro 6](#_Toc467333447)

[3. Conclusões e Trabalho Futuro 13](#_Toc467333448)

**Anexos**

[I. Anexo 1 17](#_Toc535644882)

# Índice de Figuras

[Figura 1 - Ilustração de inserção de uma figura e legenda. 12](#_Toc535433491)

# Índice de Tabelas

Tabela 1 – Identificação das entidades

Tabela 2 – Identificação dos relacionamentos

Tabela 3 – Identificação e associação dos atributos com as entidades

# Lista de Siglas e Acrónimos

CC Cartão de cidadão

Id Identidade

1. Introdução

<<Este primeiro capítulo deverá ter obrigatoriamente as subsecções abaixo apresentadas.>>

* 1. Contextualização

A IberoTrem é uma empresa de transporte ferroviário sediada em Portugal, que estabelece a ligação por linhas férreas entre várias cidades do Norte de Portugal e de Espanha (Galiza). Foi criada em 2001 com o intuito de se tornar a primeira companhia *low cost* a operar na região, proporcionando bilhetes para as suas viagens a um custo semelhante ao dos bilhetes com desconto por compra antecipada praticado pelas grandes companhias. Desde início o projeto foi visto como viável, dado que é relativamente frequente uma pessoa deparar-se com a necessidade de comprar um bilhete para uma viagem que não estava prevista com uma semana (ou mais) de antecedência. Por outro lado, também não é raro um indivíduo atrasar a marcação de uma viagem com receio que, até à data, algo lhe altere os planos. Porém, pode acontecer que, quando confirme a intenção de viajar, já seja tarde para usufruir dos descontos de compra antecipada. A IberoTrem oferece assim uma alternativa em conta a quem esteja em situações semelhantes (e não só).

* 1. Apresentação do Caso de Estudo

Inicialmente, os serviços de transporte da empresa eram prestados por apenas três linhas: Linha do Minho, Linha de Vigo e Linha de Chaves. Posteriormente foi levado a cabo um processo de alargamento da oferta, que acrescentou dois troços aos serviços da companhia (Linha de Miranda e Linha da Galiza), pelo que a direção decidiu estender o serviço de reservas de viagens à *web*.

Um grupo de estudantes de informática foi contratado, sendo-lhes pedido que implementassem no site da empresa, até então meramente informativo, uma secção própria para a reserva das viagens.

* 1. Motivação e Objectivos

Numa empresa de transportes ferroviários, torna-se difícil controlar os lugares disponíveis sem ajuda de um sistema informático. Com um *SGBD* (sistema de gestão de base de dados) melhora-se a eficiência de trabalho e a organização da informação. A informação fica mais fácil de gerir, e a manipulação dos dados é sempre efetuada de forma segura. Com a possibilidade de reserva online, torna-se essencial a existência da informação em formato digital, e um SGBD é a melhor opção.

Os principais objetivos na elaboração deste projeto são:

* Construir um SGBD, de forma eficiente, que contenha a informação referente às reservas de lugares, cada uma referente a um cliente e uma viagem.
* Comparar com situações realistas de forma a perceber que problemas podem aparecer e as consequências que esses mesmos problemas geram.
* Assimilar todos os conteúdos de forma a saber como construir um SGBD relacional, estando este funcional e devidamente organizado.
  1. Estrutura do Relatório

Após a apresentação do caso de estudo e da análise dos respetivos requisitos, segue-se a construção do modelo conceptual. Estando este devidamente validado e adaptado ao problema que se coloca, passar-se-á ao modelo lógico, construído com base no anterior. Por fim, a *forward engineering* permitir-nos-á obter o modelo físico a partir do lógico, pelo que passaremos a ter uma base de dados capaz de responder a *queries*. Na próxima secção serão apresentadas as etapas de construção destes modelos, seguindo-se uma secção final com conclusões sobre o trabalho realizado, nomeadamente os seus pontos fortes e fracos.

1. Levantamento de requisitos

* A IberoTrem pretende obter uma base de dados que seja capaz de manter e manusear a informação relativa às viagens reservadas pelos seus clientes a partir do site da empresa.
* A empresa pretende que o site disponibilize uma interface que permita aos clientes efetuar a reserva de bilhetes online.
* Este site deve também permitir aos utilizadores registar-se, se assim o desejarem, fornecendo o nome, número de cartão de cidadão, data de nascimento e contactos - telefone e email.
* Após o registo, os utilizadores podem então efetuar a reserva online de bilhetes, ficando assim associado a cada reserva o preço, o lugar reservado no comboio e a data da viagem, bem como a hora prevista para partida e chegada.
* Foi referenciada a existência de um desconto especial de 25% para menores de 25 anos, de forma a promover este meio de transporte entre os mais jovens, e, como tal, o preço na reserva não é obrigatoriamente igual ao preço da viagem.
* Foi, por fim, referido que o envio do comprovativo da reserva da viagem seria realizado por email, para o endereço de correio eletrónico especificado no registo de utilizador.

1. Desenvolvimento do Relatório
   1. Construção do modelo conceptual

A modelação conceptual dos dados utiliza três conceitos chave: entidade, para aqueles elementos sobre os quais vai assentar a informação que será gerada, atributo, para os elementos que permitem caracterizar uma entidade, isto é, as características informativas específicas, e associação, que designa um relacionamento entre entidades.

Nesta secção são descritos e adaptados ao nosso caso de estudo os passos para a elaboração do modelo conceptual. Nota para o uso do *software TerraER* para o desenho do modelo *ER* (*Entity-Relationship*).

1. **Identificação das entidades**

Analisando os requisitos da base de dados levantados na apresentação do caso de estudo, chegou-se à seguinte tabela de entidades:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nome da Entidade** | **Descrição** | **Sinónimo** | **Ação/Ocorrência** |
| Cliente | Termo geral que descreve todas as pessoas que utilizam os serviços de viagens prestados pela companhia IberoTrem. | Utilizador | Cada cliente pode efetuar várias reservas (limitadas à marcação de apenas um lugar). |
| Reserva | Termo geral que descreve o serviço de marcação de um lugar numa viagem prestada pela companhia IberoTrem. | Marcação | Cada reserva está associada a apenas uma viagem, podendo vários utilizadores fazer reservas para a mesma viagem. |
| Viagem | Termo geral que descreve a deslocação entre uma origem e um destino, durante um dado intervalo de tempo. | Trajeto, Percurso, Deslocação | Cada viagem é realizada por um único comboio, entre um destino e uma origem, tendo associada a si várias reservas. |
| Comboio | Termo geral que descreve o meio de transporte utilizado pela companhia IberoTrem para prestar os seus serviços. | - | Cada comboio efetua várias viagens. |
| Estação | Termo geral que descreve o lugar de embarque e desembarque dos clientes da companhia IberoTrem. | Paragem | Cada estação é simultaneamente origem e destino de várias viagens. |

Tabela 1 – Identificação das entidades

1. **Identificação dos relacionamentos**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Entidade** | **Multiplicidade** | **Relação** | **Multiplicidade** | **Entidade** |
| Cliente | 1…1 | Efetua | 0…N | Reserva |
| Reserva | 0…N | Relativa a | 1…1 | Viagem |
| Viagem | 0…N | Efetuada por | 1…1 | Comboio |
| Viagem | 0…N | Tem origem na | 1…1 | Estação |
| Viagem | 0…N | Tem destino na | 1…1 | Estação |

Com base nas entidades definidas, procedemos à análise das relações que entre elas se estabelecem de modo a que o sistema de base de dados possa responder às necessidades da empresa. Daqui resultou a seguinte tabela:

Tabela 2 – Identificação dos relacionamentos

1. **Identificação e associação de atributos com entidades ou relacionamentos e determinação do domínio dos atributos**

Nesta fase, identificaremos os atributos que constarão na base de dados, justificando a sua escolha. Estes poderão estar associados a entidades ou relacionamentos, mas no nosso modelo conceptual todos são referentes a entidades.

No que ao *Cliente* diz respeito, a informação que consideramos importante preservar foi: o número do cartão de cidadão, para termos um elemento único identificativo da pessoa; o nome, para aproximar a empresa do cliente com um tratamento mais pessoal; a data de nascimento, para avaliar se está sujeito a descontos em função da idade ou não; o contacto, nomeadamente o endereço de email, usado para enviar a confirmação da reserva e, caso haja registo no site, para fazer o login, e o telefone, útil para trocar informações com o cliente, constituindo uma alternativa ao email.

Já para a *Reserva,* os atributos escolhidos foram o lugar reservado no comboio da viagem, que é o elemento essencial na reserva de qualquer viagem e como tal não poderia deixar de fazer parte, a data da viagem reservada, importante para complementar a especificação da viagem e para controlar o período até ao qual é possível cancelar a reserva, o preço, derivado do preço da viagem dado que pode estar sujeito a desconto, e o id\_reserva, que torna cada reserva única.

Quanto à *Viagem*, são quatro os atributos considerados importantes: o id\_viagem, que atribui um valor único a uma viagem, o preço, em função do itinerário da viagem, a hora de partida e a hora de chegada, que juntas especificam, dentro do trajeto previsto, qual é a viagem referida.

A *Estação* foi caracterizada com recurso ao id\_estação, para garantir a unicidade de cada estação, à cidade onde se localiza e ao nome da estação, que varia dada a possibilidade de existirem várias estações por cidade.

Por último, a entidade *Comboio* caracterizou-se com recurso a uma identidade (id\_comboio), que garante que um comboio é único, aos números dos lugares do comboio especificado para a viagem, que é importante para saber quais os lugares que ainda podem ser reservados, e ao total de lugares do comboio.

Após estarem definidos os atributos relevantes para cada entidade, procedeu-se à análise do domínio – conjunto de valores que um atributo pode assumir - de cada um. Começando pelos atributos associados ao Cliente, o *CC* assume o valor de uma *string* de no máximo 15 caracteres. Note-se que o domínio deste atributo não poderia ser um inteiro porque, ao contrário dos *CC*’s portugueses (8 caracteres numéricos), os documentos de identificação espanhóis, por exemplo, são constituídos por 8 números e uma letra final; a data de nascimento é do tipo Date e pode variar entre 01/01/1000 e 31/12/9999 sempre o formato yyyy-mm-dd; o nome será uma *string* com no máximo 64 caracteres; o telefone será representado por um inteiro com 15 dígitos, para cobrir possíveis contactos com os habituais 9 dígitos; o endereço de email será uma string com no máximo 64 caracteres (emailexemplo@exemplo.com).

Para os atributos da *Reserva* usamos um inteiro (1 – MAXINT), considerando o MAXINT um número suficiente para suportar o número de reservas da empresa, para o id\_empresa. O preço será um *float* de valor positivo, o lugar um inteiro com valor de 1 a 10 e a data será do tipo *Date,* com o limite inferior sendo o próprio dia, o superior é 9999-12-31 e assumindo o formato yyyy-mm-aa.

Quanto à *Viagem*, o atributo id\_viagem será um inteiro entre 1 e 10, o preço um float positivo (máximo 100.0) e as horas de chegada e partida do tipo Time com formato hh:mm:ss (5 caracteres).

Para a *Estação*, teremos um id\_estação inteiro entre 1 e 12, uma *string* a representar o nome da cidade onde se localiza e outra *string* representando o nome da estação, ambas com tamanho máximo de 32 carateres.

Por fim, o id\_comboio é representado por um inteiro entre 1 e 2, os lugares, atributo multi-valor, são representados por inteiros entre 1 e 10 e o Nr\_lugares é um inteiro, sem necessidade de intervalo de variação dada a reduzida e fixa capacidade dos comboios da empresa (10).

A junção das escolhas enunciadas anteriormente conduziu à seguinte tabela:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Entidade** | **Atributos** | **Descrição** | **Domínio** | **Nulls** | **Multi-valorado** | **Derivado** | **Valor default** |
| Cliente | CC  Data de Nasc.  Nome  Contacto  Telefone  Email | Número do CC, que identifica o cliente;  Data de Nascimento do cliente;  Nome do cliente;  Contacto telefónico do cliente;  Endereço de email do cliente; | String até 15 caracteres;  Data (1000/01/01-9999/12/31) com formato dd/mm/aa;  String até 64 caracteres;  String até 15 caracteres;  String até 64 caracteres; | Não  Não  Não  Sim  Não | Não  Não  Não  Não  Não | Não  Não  Não  Não  Não | Não  Não  Não  Não  Não |
| Reserva | Id\_reserva  Preço  Lugar  Data | Identifica a reserva (valor único);  Preço da reserva do lugar numa viagem;  Lugar no comboio reservado;  Data da viagem reservada; | Inteiro entre 1 e MAXINT;  Float (positivo, até 100);  Inteiro entre 1 e 10;  Data (atualidade-9999/12/31) com formato dd/mm/aa | Não  Não  Não  Não | Não  Não  Não  Não | Não  Sim  Não  Não | Não  Não  Não  Não |
| Viagem | Id\_viagem  Hora Partida  Hora Chegada  Preço | Identifica a viagem (valor único);  Hora a que o comboio da viagem parte da estação origem;  Hora a que o comboio da viagem chega à estação destino;  Preço da viagem; | Inteiro entre 1 e 10;  Time, formato hh:mm:ss  Time, formato hh:mm:ss  Float (positive, até 100); | Não  Não  Não  Não | Não  Não  Não  Não | Não  Não  Não  Não | Não  Não  Não  Não |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Estação | Nome  Cidade  Id\_estação | Nome da estação utilizada pelo comboio da viagem;  Nome da cidade onde se localiza a estação;  Identifica a estação (valor único); | String até 32 caracteres;  String até 32 caracteres;  Inteiro entre 1 e 12; | Não  Não  Não | Não  Não  Não | Não  Não  Não | Não  Não  Não |
| Comboio | Lugares  Nr\_lugares  Id\_comboio | Números dos lugares do comboio;  Identifica o comboio (valor único);  Identifica o comboio (valor único); | Inteiros entre 1 e 10;  Inteiro (10)  Inteiro entre 1 e 2; | Não  Não  Não | Sim  Não  Não | Não  Não  Não | Não  Não  Não |

Tabela 3 - Identificação e associação dos atributos com as entidades.

1. **Determinação das chaves candidatas, primárias e suplentes das entidades**

Na entidade *Cliente* podemos facilmente verificar que temos apenas 3 atributos candidatos - o *CC*, Telefone e Email – pois são os únicos a garantirem a unicidade de cada ocorrência dessa entidade. Tendo em conta ainda os critérios para a escolha da melhor chave candidata, que passará a ser a primária, notamos que tanto o atributo Telefone como o Email são atributos mais prováveis de ter os seus valores alterados do que o *CC* do Cliente, fazendo desta maneira com que este atributo seja a escolha lógica como chave primária. Telefone e Email serão então chaves suplentes.

Na entidade *Reserva*, mais uma vez, facilmente se verifica a não unicidade que os atributos Preço, Data e Lugar garantiriam. Poderíamos então pensar numa chave primária composta com Data e Lugar, mas devido ao facto de poderem ocorrer duas viagens no mesmo dia (Data igual) e em que o mesmo lugar fosse ocupado em ambas, excluímos esta hipótese, não nos restando alternativa senão a criação de um atributo Id\_reserva, que garantirá a unicidade de cada ocorrência. Este atributo será apenas um inteiro, logo terá sempre o menor valor possível.

Na entidade *Viagem* temos atributos como Hora Partida e Hora Chegada, bem como Preço, atributos estes que logo à partida nunca nos garantiriam unicidade, visto o preço ser igual para várias viagens e visto serem realizadas viagens com a mesma hora de partida e chegada em dias diferentes. Portanto, achou-se por bem a criação de um atributo Id\_viagem que, tal como Id\_reserva, será um inteiro que tomará sempre o menor valor possível de forma a assegurarmos a unicidade das ocorrências.

Na entidade *Estação* conseguimos perceber que os atributos Nome e Cidade sozinhos não nos garantem a unicidade necessária, porém se considerarmos uma chave primária composta por ambos os atributos, verifica-se a tal unicidade requerida. No entanto, e por uma questão de eficiência, decidimos não usar esta chave composta como chave primária e criar para isso um atributo Id\_estação, que, novamente, será um inteiro que tomará sempre o menor valor possível e que garanta a unicidade, sendo este um atributo que nos facilitará a comparação e nos garantirá um aumento na eficiência. Poderemos também considerar a chave primária composta (Nome, Cidade) como uma chave suplente.

Na entidade *Comboio* temos os atributos Nr\_lugares e Lugar, que são logo descartados como candidatos visto que os vários comboios têm o mesmo número de lugares e temos repetição dos valores dos números identificativos do lugar, abrindo assim vaga à criação de um atributo Id\_comboio que, mais uma vez, será um inteiro que irá tomar sempre o menor valor possível que garanta unicidade.

1. **Procura de redundâncias no modelo**

Para se verificar que não existem quaisquer evidências de redundância é necessária uma averiguação que assenta em três passos:

1. **Examinar relações 1:1**. Dado que o nosso modelo não possui nenhuma relação 1:1 podemos concluir que, no que diz respeito a este passo, não existe qualquer suspeita de redundância.
2. **Remoção de relações redundantes**. Uma das situações que levanta mais suspeitas no que diz respeito à presença de relações redundantes são os modelos conceptuais onde existe mais do que um caminho entre duas entidades. No entanto, isto não implica necessariamente redundância, como podemos verificar pelo nosso modelo. Apesar de se estabelecer duas relações entre a entidade ‘Viagem’ e a entidade ‘Estação’, estamos perante duas associações diferentes e, neste caso particular, até mesmo opostas. Podemos concluir assim que, também no que diz respeito a este passo, não existe qualquer suspeita de redundância, já que todas as relações presentes no modelo lógico vêm proporcionar informação adicional e única às relações entre entidades.
3. **Considerar a dimensão do tempo**. Neste modelo conceptual, apenas a entidade *Estação* possui dois caminhos alternativos, porém estes representam relações diferentes tal como referimos anteriormente.
4. **Validação do modelo conceptual contra transações**

Neste passo deveremos assegurar que o modelo conceptual suporta os possíveis requerimentos dos utilizadores da companhia IberoTrem. De seguida enumeraremos algumas das transações que na nossa opinião, caso efetuadas com sucesso, demostram a validade do modelo conceptual em questão:

* **Registar Cliente**.Para registar um cliente é necessário guardar as seguintes informações sobre o mesmo: Cartão de cidadão (ou documento de identificação equivalente, que permite distinguir o cliente de outros), nome, data de nascimento e contactos do mesmo. No modelo conceptual desenvolvido, a entidade Cliente tem como atributos: **CC, nome, data de nascimento** e **Contacto** composto por **email** e **telefone**.Pode concluir-se que a entidade Cliente tem todos os atributos necessários para a transação.
* **Registar Viagem.** Para efetuar o registo de uma viagem, é necessário guardar informações relativas à hora de partida e hora de chegada. Também é relevante que se guarde o preço da mesma e um identificador único que distinga a viagem em questão. Para além destas informações, é necessário saber quais as estações de origem e destino e qual o comboio que efetua a viagem. No modelo conceptual desenvolvido, a entidade Viagem os seguintes atributos: **id\_viagem, hora\_chegada, hora\_partida** e **preço.** Existem ainda os relacionamentos: **N viagens são efetuadas por 1 comboio, N viagens têm como destino 1 estação** e **N viagens têm como origem 1 estação.** Com isto pode concluir-se que a entidade Viagem tem todos os atributos necessários e está relacionada com as entidades relevantes para esta transação.
* **Registar Reserva.** Para registar reserva é necessário guardar as seguintes informações: identificador único para a distinguir, lugar que fica reservado, data da viagem e ainda o preço da reserva. Também é preciso saber a que viagem se refere e que cliente efetuou a reserva. No modelo conceptual desenvolvido a entidade Reserva tem como atributos o **lugar,** o **id\_reserva** e a **data**. Tem ainda, como atributo derivado, o **preço.** Existem os relacionamentos **1 Cliente efetua N reservas** e **N reservas são relativas a 1 Viagem.** Podemos concluir que a entidade Reserva possui os atributos necessários e está relacionada com as entidades relevantes para esta transação.

O resultado final dos 6 passos abordados anteriormente está representado no esquema conceptual que a seguir se apresenta na figura seguinte:

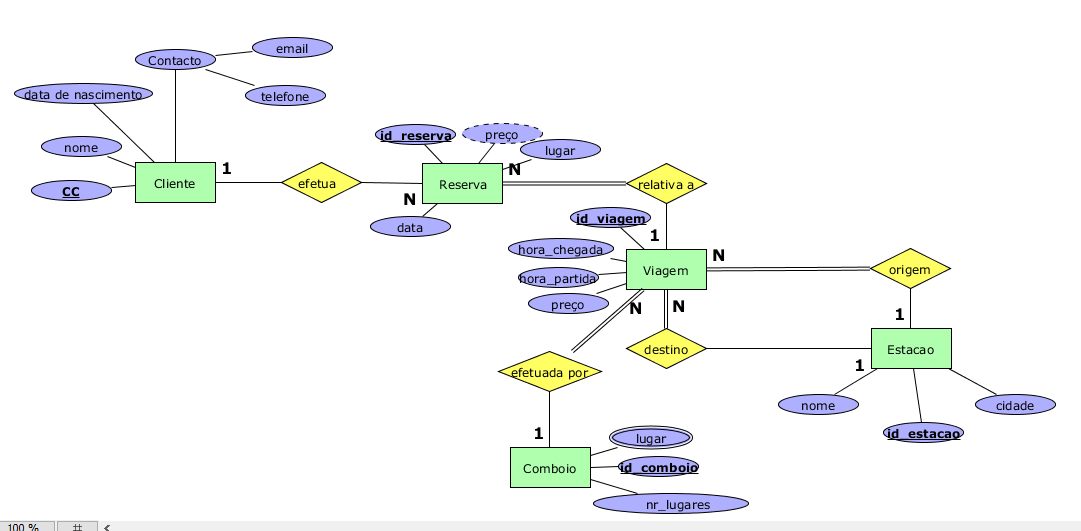


Figura 1 – Modelo conceptual

* 1. Construção do modelo lógico

Nesta secção esclareceremos como se construiu o modelo lógico, tendo por base a conversão do modelo conceptual previamente abordado.

1. **Derivar relacionamentos para o modelo lógico**
2. **Entidades fortes**

As entidades fortes que constituem o nosso modelo conceptual são: Cliente, Reserva, Viagem, Estação e Comboio. Para cada uma destas entidades criámos uma relação que inclui os seus respetivos atributos. A representação é feita seguindo o que a metodologia recomenda.

**Cliente** (CC, Nome, Data\_de\_Nascimento, Email, Telefone)

**Primary key** CC

**Reserva** (Id\_reserva, Preço, Lugar, Data)

**Primary key** Id\_reserva

**Viagem** (Id\_viagem, Hora\_chegada, Hora\_partida, Preco)

**Primary key** Id\_viagem

**Derived** preco ((if (Data\_de\_Nascimento(year) < 25) then 0.75\*Preço)

**Estação** (Id\_estacao, Cidade, Nome)

**Primary key** Id\_estacao

**Comboio** (Id\_comboio, Nr\_lugares)

**Primary key** Id\_comboio

1. **Entidades fracas**

São entidades que não possuem existência própria (a sua existência depende da existência de outra entidade) ou que para serem identificadas dependem da identificação de outra entidade. No nosso modelo conceptual não existem entidades fracas.

1. **Relacionamentos 1:\***

No modelo concebido, todas as relações são do tipo 1:\* . De acordo com a metodologia, para a representação destes relacionamentos copia-se a chave primária da “entidade-pai” (correspondente a 1) para a relação que representa a “entidade-filho” (correspondente a \*), definindo-a como chave estrangeira. Assim obtemos:

**“Entidade-pai”**

**Cliente** (CC, Nome, Data\_de\_Nascimento, Email,Telefone)

**Primary key** CC

**“Entidade-filho”**

**Reserva** (Id\_reserva, Preço, Lugar, Data, CC)

**Primary key** Id\_reserva

**Foreign key** cc **references** Cliente(cc)

**“Entidade-pai”**

**Viagem (**Id\_viagem, Hora\_chegada, Hora\_partida, Preco)

**Primary key** Id\_viagem

**“Entidade-filho”**

**Reserva** (Id\_reserva, Preço, Lugar, Data, Id\_viagem)

**Primary key** Id\_reserva

**Foreign key** Id\_viagem **references** Viagem(Id\_viagem)

**“Entidade-pai”**

**Comboio (**Id\_comboio, Lugar, Nr\_lugares)

**Primary key** Id\_viagem

**“Entidade-filho”**

**Viagem** (Id\_viagem, Hora\_chegada, Hora\_partida, Preco,

Id\_comboio)

**Primary key** Id\_viagem

**Foreign key** Id\_comboio **references** Comboio(Id\_comboio)

**“Entidade-pai”**

**Estação (**Id\_estacao, Cidade, Nome)

**Primary key** Id\_estacao

**“Entidade-filho”**

**Viagem** (Id\_viagem, Hora\_chegada, Hora\_partida, Preco,

Id\_estacao)

**Primary key** Id\_viagem

**Foreign key** Id\_estacao **references** Estação(Id\_estacao)

**(2x)**

1. **Relacionamentos 1:1**

No modelo concebido não existem relacionamentos 1:1.

1. **Relacionamentos recursivos 1:1**

No modelo concebido não existem relacionamentos recursivos 1:1.

1. **Relacionamentos superclasse/subclasse**

No modelo concebido não existem relacionamentos superclasse/subclasse.

1. **Relacionamentos \*:\***

No modelo concebido não existem relacionamentos \*:\*.

1. **Relacionamentos complexos**

No modelo concebido não existem relacionamentos complexos.

1. **Atributos multi-valorados**

Para cada atributo multi-valorado pertencente a uma entidade deve-se criar uma relação para representar esse atributo e incluir a chave primária da entidade na nova relação, definindo-a como chave estrangeira. Assim obtemos:

**Comboio (**Id\_comboio, Nr\_lugares)

**Primary key** Id\_comboio

**Lugares** (Lugar, Id\_comboio)

**Primary key** Lugar

**Foreign key** Id\_comboio **references** Comboio(Id\_comboio)

Obtemos assim o seguinte quadro:

|  |
| --- |
| **Cliente** (CC, Nome, Data\_de\_Nascimento, email, telefone)  **Primary key** CC |
| **Estação (**Id\_estaçao, Cidade, Nome)  **Primary key** Id\_estacao |
| **Comboio (**Id\_comboio, Nr\_lugares)  **Primary key** Id\_comboio |
| **Reserva** (Id\_reserva, Lugar, Data, CC, Id\_viagem)  **Primary key** Id\_reserva  **Foreign key** CC **references** Cliente(CC)  **Foreign key** Id\_viagem **references** Viagem(Id\_viagem)  **Derived** Preco (if (Data\_de\_Nascimento(year) < 25) then 0.75\*Preço) |
| **Viagem** (Id\_viagem, Hora\_chegada, Hora\_partida, Preco,  Id\_estacao)  **Primary key** Id\_viagem  **Foreign key** Id\_estação\_origem **references** Estação(Id\_estação)  **Foreign key** Id\_estação\_destino **references** Estação(Id\_estação)  **Foreign key** Id\_comboio **references** Comboio(Id\_comboio) |
| **Lugares** (Lugar, Id\_comboio)  **Primary key** Lugar  **Foreign key** Id\_comboio **references** Comboio(Id\_comboio) |

1. **Normalização**

Criando os relacionamentos obtemos um esquema lógico desnormalizado, que terá agora de ser submetido a uma série de regras – normalização - até atingir o seu estado normalizado, conseguido após a 3ª Forma Normal.

1. **1ª Forma Normal**

Em primeiro lugar temos de passar este esquema desnormalizado para a 1ª Forma Normal, o que acontece retirando-se os grupos de atributos que se repetem dentro de cada relacionamento.

Poderemos averiguar que o nosso esquema lógico desnormalizado se encontra já na 1ª Forma Normal, dado não haver qualquer atributo “comprometedor”, isto é, um atributo que não é do tipo DATA, *boolean* ou valor numérico, visto que estes não necessitam de ser normalizados devido ao seu tamanho, repetido entre qualquer relacionamento.

1. **2ª Forma Normal**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Relacionamento** | **Dependência** | **Tipo** |
| Cliente | CC 🡪 (Data\_de\_Nascimento, Nome, Telefone, Email) | Total |
| Reserva | Id\_reserva 🡪 (Lugar, Data, CC, Id\_viagem) | Total |
| Viagem | Id\_viagem 🡪 (Hora\_partida, Hora\_chegada, Preço, Id\_estação\_origem, Id\_estação\_destino, Id\_comboio) | Total |
| Estação | Id\_estação 🡪 (Nome, Cidade) | Total |
| Comboio | Id\_comboio 🡪 Nr\_lugares | Total |
| Lugares | ---------- | ---------- |

O esquema lógico diz-se na 2ª Forma Normal se todos os atributos *Non-Primary-Key* forem completamente dependentes da *Primary Key*, o que, analisando a tabela acima representada, podemos facilmente averiguar que acontece.

1. **3ª Forma Normal**

A 3ª Forma Normal visa eliminar dependências transitivas que possam ocorrer, e, mais uma vez, analisando a tabela acima apresentada, vemos que não há qualquer dependência transitiva em qualquer relacionamento. Podemos assim concluir que o esquema lógico se encontra na 3ª Forma Normal e, portanto, normalizado, visto que qualquer alteração visando as restantes formas normais seriam praticamente impercetíveis.

1. Definição de restrições de integridade
2. **Informação necessária**

No nosso dicionário foi referido que apenas o telefone pode tomar o valor *NULL*. Assim, todos os atributos importantes têm sempre algum valor - por exemplo, uma viagem tem sempre horas de chegada e partida.

1. **Restrições do domínio dos atributos**

Na identificação dos domínios dos atributos (Ponto 3 da construção do modelo conceptual) foi definido um domínio para cada um dos atributos.

1. **Multiplicidade**

A multiplicidade representa as restrições referentes aos relacionamentos, como por exemplo uma Viagem ter N Reservas. No ponto 2 da construção do modelo conceptual foram definidos os relacionamentos entre as entidades, e tudo o que é necessário para garantir integridade foi definido neste ponto.

1. **Integridade de Entidades**

As chaves primárias das entidades não podem tomar o valor *NULL*. No ponto 4 da construção do modelo conceptual foi definido que isto não nunca pode acontecer.

1. **Integridade de Referências**

Para garantir integridade de referências, é preciso que todas as chaves estrangeiras *NOT NULL* (nas entidades “filhas”) tenham um valor que exista como chave primária numa entidade “pai”. Temos o exemplo de N Reservas relativas a 1 Viagem. A chave estrangeira existente num *tuple* (linha da tabela) de Reserva tem que ter um valor que corresponda à chave primária (id\_Viagem) de algum *tuple* existente de Viagem.

Em todos os relacionamentos referidos na construção do modelo conceptual, as entidades “filhas” têm que ter obrigatoriamente a chave estrangeira *NOT NULL*. Por exemplo, não faria sentido existir uma Reserva que não se referisse a nenhuma Viagem. Noutro exemplo podemos considerar o facto de uma Viagem ter que ser efetuada obrigatoriamente por um Comboio.

Para assegurar a integridade das referências temos que definir restrições para inserções, atualizações e remoções.

Visto que só existem relacionamentos 1:N, todas as situações seguintes são referentes a esse tipo de relacionamentos.

* **Inserções**
  + Inserir um *tuple* de alguma entidade que seja entidade filha de alguma outra, exemplo:

Inserir um *tuple* de Reserva. O valor em Id\_Viagem tem que corresponder a um *tuple* de Viagem existente, ou seja, tem que ser chave primária do mesmo. Visto que não é permitido Id\_Viagem tomar valor null, esta é a única situação possível.

* + Inserir um *tuple* de alguma entidade que seja apenas entidade pai (não há nenhum caso em que seja entidade filha), exemplo:

Inserir um *tuple* de Cliente. Esta inserção não causa qualquer problema na integridade referencial, pois apenas se torna um Cliente que ainda não efetuou reservas. Este tipo de inserções nunca causa problemas, porque como é um novo “pai”, não existem referencias ao mesmo.

* **Remoções**
  + Apagar *tuple* de alguma entidade que apenas seja “filha”, exemplo:

Remover um *tuple* de Reserva. Como Reserva não é entidade “pai” em nenhum relacionamento, esta situação não causa qualquer problema na integridade referencial. O que acontece é que algum *tuple* de Viagem fica com menos uma reserva e algum Cliente também perde uma Reserva. Depois desta remoção, nenhuma referencia se torna inválida.

* + Apagar *tuple* de alguma entidade que seja “pai” em algum relacionamento, exemplo:

Remover um *tuple* de Cliente. Como a entidade Cliente é a entidade “pai” no relacionamento **(Cliente)1:N(Reserva)**, a integridade referencial pode ser perdida. Isto porque, caso exista algum *tuple* da entidade “filha” deste relacionamento, num *tuple* da entidade “filha” há uma chave estrangeira referente a um *tuple* apagado. Neste caso é prevenida a remoção do elemento (NO ACTION), não é permitido remover um *tuple* que seja referenciado em algum outro *tuple*.

* **Atualizações**
  + Atualizar a chave estrangeira de um *tuple* de uma entidade que é “filha” em algum dos relacionamentos. Acontece a mesma situação que no primeiro caso referido em **Inserções**.
  + Atualizar chave primária de um *tuple* de uma entidade que é “pai” em algum dos relacionamentos. Exemplo:

Atualizar a chave primária de Cliente. Atualizar a chave primária de algum *tuple* de Cliente, pode implicar a perda da integridade referencial. Isto porque podem existir *tuples* de Reserva com chave estrangeira referente a este *tuple*. Para evitar esta perda vamos utilizar a estratégia CASCADE, ou seja, a atualização num *tuple* “pai” vai atualizar todas as referências a este.

Para garantir que acontece o que foi referido acima em todos os relacionamentos, temos que inserir, em todas as referências, o seguinte: ON DELETE NO ACTION ON UPDATE CASCADE. Visto que o descrito acima é válido para todos os relacionamentos.

1. **Restrições gerais**

Será necessário garantir que:

* As chaves estrangeiras que se referem a estação destino e origem, em Viagem, nunca se refiram à mesma Estação, pois não faria sentido existir uma viagem com origem e destino iguais;
* A hora de chegada de uma viagem é superior à hora de partida;
* A viagem na qual se pretende reservar um lugar terá de ser no mínimo um dia depois do dia em que se efetua a reserva;

De seguida mostra-se o diagrama do esquema lógico construído no *MySQL Workbench*, resultado de todo o processo enunciado nos três tópicos anteriores:

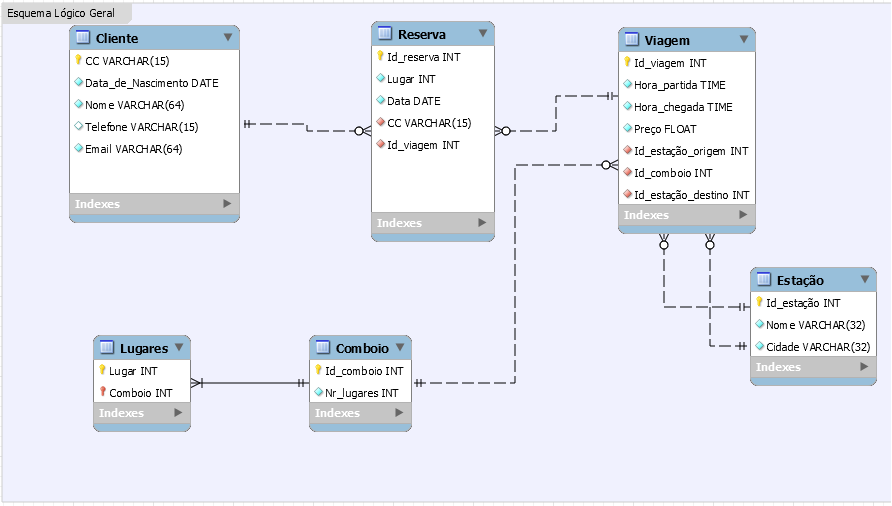


Figura 2 – Modelo lógico

* 1. **Construção do modelo físico**

A passagem do modelo lógico para o modelo físico (→ *Forward Engineer*…) traduz-se na conversão da descrição do que será implementado na base de dados para o modo como esta implementação será feita. Aqui é trabalhado o nível mais baixo de abstração, descrevendo-se a forma como os dados são armazenados fisicamente e os métodos de acesso aos dados.

1. **Projetar relacionamentos base**
2. **Cliente**

**Domínio:**

CC: sequência de caracteres de tamanho variável, no máximo 15

Data\_de\_Nascimento: data, formato ‘yyyy-mm-dd’, com o intervalo de ‘1000-01-01’ até ´9999-12-31’

Nome: sequência de caracteres de tamanho variável, no máximo 64

Telefone: sequência de caracteres de tamanho variável, no máximo 15

Email: sequência de caracteres de tamanho variável, no máximo 64

**Cliente** (

CC NOT NULL,

Data\_de\_Nacimento NOT NULL,

Nome NOT NULL,

Telefone

Email NOT NULL,

**PK**(CC));

1. **Reserva**

**Domínio:**

Id\_reserva: inteiro, com o intervalo: 1 – MAX(INT)

Lugar: inteiro, com o intervalo: 1 - 10

Data: data, formato ‘yy-mm-dd’, com intervalo: atualidade - ‘9999-12-31’

CC: sequência de caracteres de tamanho variável, no máximo 15

Id\_viagem inteiro, com o intervalo: 1 – MAX(INT)

**Reserva** (

Id\_reserva NOT NULL,

Lugar NOT NULL,

Data NOT NULL,

CC NOT NULL,

Id\_reserva NOT NULL,

**PK** (Id\_reserva),

**FK**(Id\_viagem) REFERENCES Viagem(id\_viagem) ON UPDATE CASCADE ON DELETE NO ACTION

**FK**(CC) REFERENCES Cliente(CC) ON UPDATE CASCADE ON DELETE NO ACTION);

1. **Viagem**

**Domínio:**

Id\_viagem: inteiro, com o intervalo: 1 – MAX(INT)

Hora\_chegada: TIME, formato: ‘hh:mm:ss’

Hora\_partida: TIME, formato: ‘hh:mm:ss’

Preço: valor monetário, com o intervalo: 0.00-MAX(FLOAT)

Id\_comboio: inteiro, com o intervalo: 1 – MAX(INT)

Id\_ estação\_origem: inteiro, com o intervalo: 1 – MAX(INT)

Id\_estação\_destino: inteiro, com o intervalo: 1 – MAX(INT)

**Viagem** (

Id\_viagem NOT NULL,

Hora\_chegada NOT NULL,

Hora\_partida NOT NULL,

Preço NOT NULL,

Id\_comboio NOT NULL,

Id\_estação\_origem NOT NULL,

Id\_estação\_destino NOT NULL,

**PK** (Id\_viagem),

**FK**(Id\_comboio) REFERENCES Comboio(id\_comboio) ON UPDATE CASCADE ON DELETE NO ACTION

**FK**(Id\_estação\_origem) REFERENCES Estação(Id\_estação) ON UPDATE CASCADE ON DELETE NO ACTION

**FK**(Id\_estação\_destino) REFERENCES Estação(Id\_estação) ON UPDATE CASCADE ON DELETE NO ACTION

1. **Estação**

**Domínio:**

Id\_estação: inteiro, com o intervalo: 1 – MAX(INT)

Nome: sequência de caracteres de tamanho variável, no máximo 32

Cidade: sequência de caracteres de tamanho variável, no máximo 32

**Estação** (

Id\_estação NOT NULL,

Nome NOT NULL,

Cidade NOT NULL,

**PK**(Id\_estação));

1. **Comboio**

**Domínio:**

Id\_comboio: inteiro, com o intervalo: 1 – MAX(INT)

Lugares inteiro, com o intervalo: 1 – 10

Nr\_lugares: inteiro, com valor 10

**Comboio** (

Id\_comboio NOT NULL,

Nr\_lugares NOT NULL,

**PK**(Id\_comboio));

1. **Lugares**

**Domínio:**

Lugar: inteiro, com o intervalo: 1 – 10

Nr\_lugares: inteiro com o valor 10

Id\_comboio: inteiro, com o intervalo: 1 – MAX(INT)

**Comboio** (

Lugar NOT NULL,

Id\_comboio NOT NULL,

**PK**(Lugar),

**FK**(Id\_comboio) REFERENCES Comboio(id\_comboio) ON UPDATE CASCADE ON DELETE NO ACTION

1. **Projetar a representação dos dados derivados**

O projeto apresenta apenas um atributo derivado: o **Preço** da reserva. Este atributo pertence à entidade Reserva e corresponde ao preço da viagem multiplicado pelo desconto atribuído ao cliente em causa, caso aplicado.

Não faz parte da tabela das reservas, sendo calculado e exibido numa vista sob a forma de uma tabela idêntica à das reservas, mas com a coluna correspondente ao preço, para posterior consulta.

De salientar que este atributo é derivado dado que pode ser calculado a partir de outros atributos cujos valores estão já armazenados na base de dados, não havendo, portanto, necessidade de os guardar. Porém, são valores que neste caso de estudo necessitam de ser consultados, daí ser criada a vista, que torna o seu cálculo mais eficiente (a alternativa seria calcular individualmente o preço de uma reserva sempre que este fosse necessário).

1. **Projetar as restrições gerais**
2. Conclusões e Trabalho Futuro

<<Elaborar uma apreciação crítica sobre o trabalho realizado, apontando os seus pontos fortes e fracos. Adicionalmente, caso se aplique, enunciar eventuais tarefas a realizar futuramente ou novas opções para estender o trabalho realizado.>>

Referências

Connolly, T. and Begg, C., 1995. *Database Systems - A Practical Approach to Design, Implementation, and Management.*

# Anexos

<<Os anexos deverão ser utilizados para a inclusão de informação adicional necessária para uma melhor compreensão do relatório o para complementar tópicos, secções ou assuntos abordados. Os anexos criados deverão ser numerados e possuir uma designação. Estes dados permitirão complementar o Índice geral do relatório relativamente à enumeração e apresentação dos diversos anexos.>>

1. Anexo 1