

Bases de Dados

Licenciatura em Engenharia Informática

Relatório do Trabalho Prático

Loja Virtual: Livraria



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Miguel Pombeiro, 57829 | Miguel Rocha, 58501

Departamento de Informática
Universidade de Évora
Janeiro 2025

Índice

| | | |
|----------|--------------------------------|-----------|
| 1 | Modelo Entidade-Relação | 5 |
| 2 | Esquemas de Relações | 6 |
| 2.1 | Entidades | 6 |
| 2.2 | Relações | 6 |
| 3 | Dependências Funcionais | 7 |
| 3.1 | Leitor | 7 |
| 3.2 | Livros | 7 |
| 3.3 | Géneros | 7 |
| 3.4 | Autor | 7 |
| 3.5 | Autoria | 8 |
| 3.6 | Exemplar | 8 |
| 3.7 | Editora | 8 |
| 3.8 | Encomenda | 8 |
| 3.9 | tipoLeitor | 9 |
| 3.10 | Pagamento | 9 |
| 3.11 | Amigo | 9 |
| 3.12 | Alugar | 9 |
| 3.13 | Avalia | 9 |
| 3.14 | Encomenda_Livro | 9 |
| 4 | Cobertura Canónica | 10 |
| 4.1 | Leitor | 10 |
| 4.2 | Livros | 11 |
| 4.3 | Géneros | 12 |
| 4.4 | Autor | 12 |
| 4.5 | Autoria | 12 |
| 4.6 | Exemplar | 12 |
| 4.7 | Editora | 14 |
| 4.8 | Encomenda | 15 |
| 4.9 | tipoLeitor | 15 |
| 4.10 | Pagamento | 15 |
| 4.11 | Amigo | 16 |
| 4.12 | Alugar | 16 |
| 4.13 | Avalia | 17 |
| 4.14 | Encomenda_Livro | 17 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.15 | Cobertura Canónica | 17 |
| 5 | Forma Normal de Boyce-Codd | 18 |
| 5.1 | Leitor | 18 |
| 5.2 | Livros | 18 |
| 5.3 | Géneros | 18 |
| 5.4 | Autor | 18 |
| 5.5 | Autoria | 18 |
| 5.6 | Exemplar | 18 |
| 5.7 | Editora | 18 |
| 5.8 | Encomenda | 18 |
| 5.9 | tipoLeitor | 19 |
| 5.10 | Pagamento | 19 |
| 5.11 | Amigo | 19 |
| 5.12 | Alugar | 19 |
| 5.13 | Avalia | 19 |
| 5.14 | Encomenda_Livro | 19 |
| 5.15 | Base de Dados | 19 |
| 6 | Preservação de Dependências e 3ª Forma Normal | 20 |
| 7 | Chaves | 21 |
| 7.1 | Leitor(NIF, NomeL, Email, Nacionalidade, TipoL) | 21 |
| 7.2 | Livros(ISBN, Titulo, NIFed) | 21 |
| 7.3 | Géneros(ISBN, Género) | 21 |
| 7.4 | Autor(IdAutor, NomeA, Nacionalidade) | 22 |
| 7.5 | Autoria(ISBN, IdAutor) | 22 |
| 7.6 | Exemplar(IdExemplar, Link, ISBN) | 22 |
| 7.7 | Editora(NIFed, NomeE, Email) | 23 |
| 7.8 | Encomenda(NIFed, DataE, Valor) | 23 |
| 7.9 | TipoLeitor(TipoL, NmaxLivros, Mensalidade) | 23 |
| 7.10 | Pagamento(NIF, Mês, Ano, Valor) | 24 |
| 7.11 | Amigo(NIF1, NIF2) | 24 |
| 7.12 | Alugar(IdExemplar, Semana, Ano, NIF, Valor) | 24 |
| 7.13 | Avalia(NIF, ISBN, Estrelas, Comentário) | 25 |
| 7.14 | Encomenda_Livro(ISBN, NIFed, DataE, NoExemplares) | 25 |
| 8 | Criação de Tabelas | 26 |
| 8.1 | Leitor | 26 |
| 8.2 | Livros | 26 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 8.3 | Generos | 26 |
| 8.4 | Autor | 26 |
| 8.5 | Autoria | 27 |
| 8.6 | Exemplar | 27 |
| 8.7 | Editora | 27 |
| 8.8 | Encomenda | 27 |
| 8.9 | tipoLeitor | 28 |
| 8.10 | Pagamento | 28 |
| 8.11 | Amigo | 28 |
| 8.12 | Alugar | 28 |
| 8.13 | Avalia | 29 |
| 8.14 | Encomenda_Livro | 29 |
| 8.15 | Chaves Estrangeiras | 30 |
| 9 | Inserção de Dados | 32 |
| 9.1 | Inserir nas relações leitor e tipoLeitor | 32 |
| 9.2 | Inserir na relação generos | 33 |
| 9.3 | Inserir nas relações livros, exemplar, autor e autoria | 34 |
| 9.4 | Inserir na relação alugar | 37 |
| 9.5 | Inserir na relação pagamentos | 43 |
| 9.6 | Inserir na relação avalia | 44 |
| 9.7 | Inserir na relação amigo | 45 |
| 9.8 | Inserir nas relações editora, encomenda e encomendaLivro | 46 |
| 10 | Perguntas: Expressões em Álgebra Relacional e SQL | 47 |
| 10.a | Quais são os leitores regulares? | 47 |
| 10.b | Para cada género indique o título e autores dos livros. | 47 |
| 10.c | Para cada género indique o número de livros do género. | 47 |
| 10.d | Para cada leitor frequente indique o número de amigos. | 48 |
| 10.e | Para cada livro indique o número de exemplares encomendados na semana 3 do ano 2024. | 48 |
| 10.f | Para cada leitor indique todos os alugueres que fez: titulo do livro, semana, ano e valor a pagar. | 49 |
| 10.g | Para cada livro indique todos os alugueres, leitor, semana, ano, valor a pagar | 49 |
| 10.h | Para cada leitor indique o valor em dívida e o valor pago no final da semana 4. | 49 |
| 10.i | Indique todas avaliações do Memorial do Convento, leitor, estrelas e comentários. | 51 |

| | | |
|------|---|----|
| 10.j | Que leitores são amigos de leitores que avaliaram livros do género mistério e fantasia? | 51 |
| 10.k | Que leitores alugaram mais de 10 livros nas 4 primeiras semanas de 2024? | 52 |
| 10.l | Que livros foram avaliados com uma média de estrelas superior a 3? | 52 |
| 10.m | Que leitores frequentes nunca alugaram o 'Memorial do Convento'? | 53 |
| 10.n | Qual é o leitor que alugou mais livros na semana 4? | 54 |
| 10.o | Qual é o livro que foi mais alugado nas primeiras 8 semanas de 2024? | 55 |
| 10.p | Que leitores são amigos de todos os leitores que alugaram o "Memorial do Convento"? | 56 |
| 10.q | Que leitores não têm amigos? | 57 |
| 10.r | Que leitores têm os pagamentos em dia? | 57 |
| 10.s | Para cada livro indique o número total de exemplares encomendados? | 59 |
| 10.t | Que livros já tiveram todos os seus exemplares alugados? | 59 |

1 Modelo Entidade-Relação

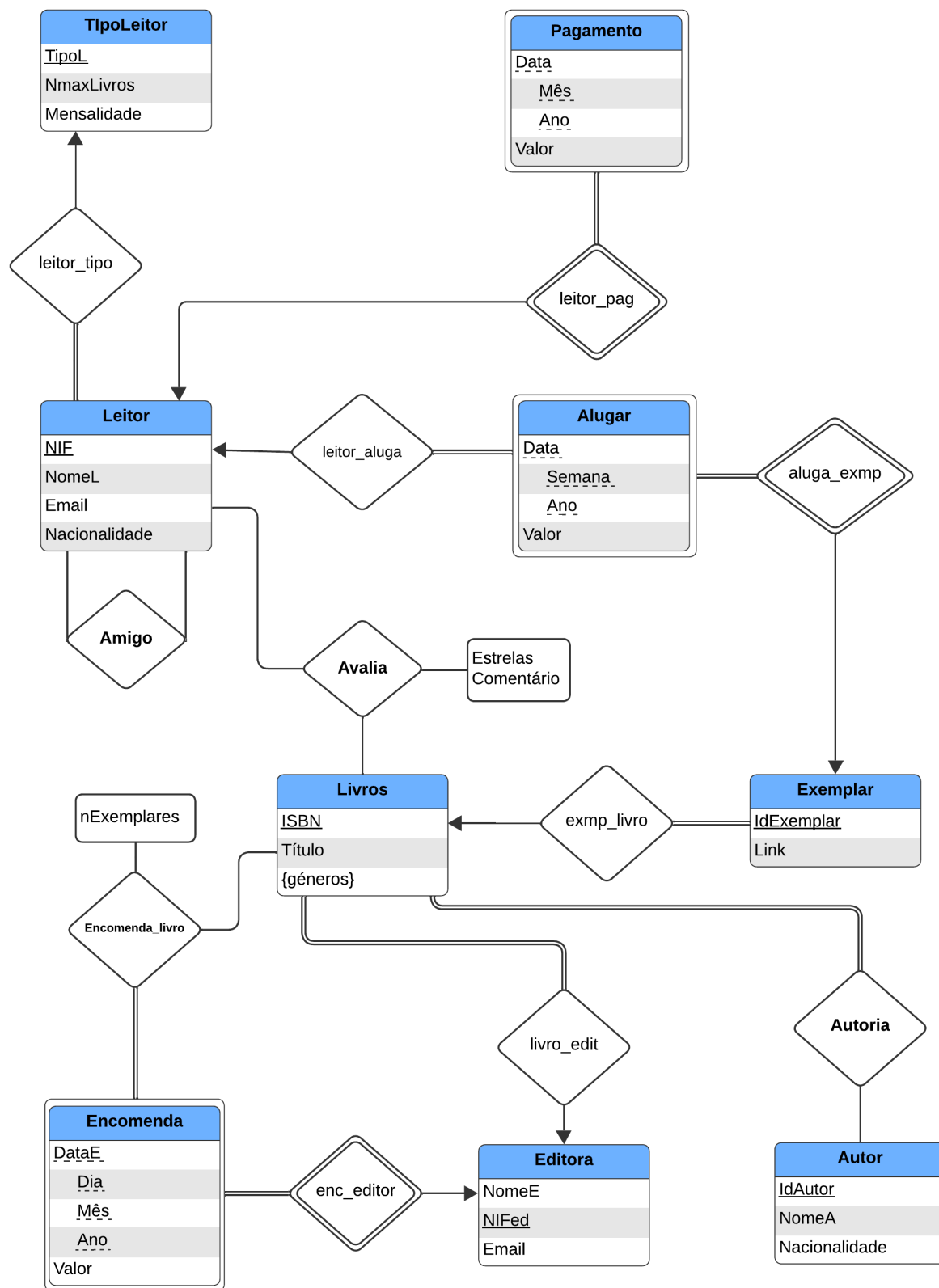


Figura 1: Modelo Entidade-Relação da Base de Dados

2 Esquemas de Relações

2.1 Entidades

Leitor (NIF, NomeL, Email, Nacionalidade, TipoL)

Livros (ISBN, Titulo, NIFed)

Autor (IdAutor, NomeA, Nacionalidade)

Exemplar (IdExemplar, Link, ISBN)

Editora (NIFed, NomeE, Email)

Encomenda (NIFed, DataE, Valor)

TipoLeitor (TipoL, NmaxLivros, Mensalidade)

Pagamento (NIF, Mês, Ano, Valor)

Alugar (IdExemplar, Semana, Ano, NIF, Valor)

2.2 Relações

Géneros (ISBN, Genero)

Autoria (ISBN, IdAutor)

Amigo (NIF1, NIF2)

Avalia (NIF, ISBN, Estrelas, Comentário)

Encomenda_Livro (ISBN, NIFed, DataE, NoExemplares)

3 Dependências Funcionais

3.1 Leitor

- Cada Leitor tem um só NIF.
 $\text{NIF} \rightarrow \text{NIF}$
- Cada leitor é de um só tipo de leitor.
 $\text{NIF} \rightarrow \text{TipoL}$
- Cada Leitor tem um só nome.
 $\text{NIF} \rightarrow \text{Nome}$
- Cada leitor tem uma só nacionalidade registada.
 $\text{NIF} \rightarrow \text{Nacionalidade}$
- Cada leitor tem só um email registado (cada email pode ser usado por mais do que uma pessoa).
 $\text{NIF} \rightarrow \text{Email}$

3.2 Livros

- Um livro tem um e um só ISBN.
 $\text{ISBN} \rightarrow \text{ISBN}$
- Cada livro tem um só título.
 $\text{ISBN} \rightarrow \text{Título}$
- Cada livro tem uma só editora.
 $\text{ISBN} \rightarrow \text{NIFed}$

3.3 Géneros

- Um livro pode ter vários géneros.

3.4 Autor

- Um autor tem um só nome.
 $\text{IdAutor} \rightarrow \text{NomeA}$
- Um autor tem uma só nacionalidade registada.
 $\text{IdAutor} \rightarrow \text{Nacionalidade}$

3.5 Autoria

- Um livro pode ter vários autores.

3.6 Exemplar

- Um exemplar é de um só livro.
IdExemplar \rightarrow ISBN
- Um exemplar tem um só link.
IdExemplar \rightarrow Link
- Um link é de um só exemplar de um livro.
Link \rightarrow IdExemplar
Link \rightarrow ISBN

3.7 Editora

- Cada editora tem um só NIF.
NIFed \rightarrow NIFed
- Cada editora tem um só nome (mas duas editoras podem ter o mesmo nome).
NIFed \rightarrow NomeE
- Uma editora tem um só email registado.
NIFed \rightarrow Email
- Duas editoras não podem ter o mesmo email.
Email \rightarrow NIFed
Email \rightarrow NomeE

3.8 Encomenda

- Só pode haver uma encomenda a cada editora por dia.
NIFed, DataE \rightarrow NIFed, DataE
- O preço da encomenda é determinado pela editora e depende da encomenda.
NIFed, DataE \rightarrow Valor

3.9 tipoLeitor

- O número máximo de livros que se pode alugar por semana depende do tipo de leitor.
 $\text{tipoL} \rightarrow \text{NmaxLivros}$
- Um tipo de leitor tem um só valor de mensalidade.
 $\text{tipoL} \rightarrow \text{Mensalidade}$

3.10 Pagamento

- Um leitor só pode fazer um pagamento por mês (data).
 $\text{NIF, Mês, Ano} \rightarrow \text{Valor}$

3.11 Amigo

- Um leitor pode ter vários amigos.
- A amizade é recíproca.

3.12 Alugar

- O aluguer de um exemplar numa semana só pode ser feito por um leitor.
 $\text{IdExemplar, Semana, Ano} \rightarrow \text{NIF}$
- A cada aluguer corresponde um e um só preço/valor.
 $\text{IdExemplar, Semana, Ano} \rightarrow \text{Valor}$

3.13 Avalia

- Um leitor apenas pode avaliar um livro uma vez.
 $\text{NIF, ISBN} \rightarrow \text{Estrelas, Comentário}$

3.14 Encomenda_Livro

- Uma encomenda pode conter vários livros.
- O número de exemplares encomendados depende do livro e da encomenda que se está a fazer.
 $\text{NIFed, DataE, ISBN} \rightarrow \text{NoExemplares}$

4 Cobertura Canónica

4.1 Leitor

1. $NIF \rightarrow NIF$
2. $NIF \rightarrow TipoL$
3. $NIF \rightarrow Nome$
4. $NIF \rightarrow Nacionalidade$
5. $NIF \rightarrow Email$

Remoção de dependências funcionais triviais e união.

$NIF \rightarrow Nome, Nacionalidade, Email, TipoL$

Verificar se existem atributos extra à direita.

- *Nome* é extra?

$$F' = F - \{NIF \rightarrow Nome, Nacionalidade, Email, TipoL\} \\ + \{NIF \rightarrow Nacionalidade, Email, TipoL\}$$

$$(NIF)^+ = NIF, Nacionalidade, Email, TipoL$$

O fecho não contém Nome logo não é extra.

- *Nacionalidade* é extra?

$$F' = F - \{NIF \rightarrow Nome, Nacionalidade, Email, TipoL\} \\ + \{NIF \rightarrow Nome, Email, TipoL\}$$

$$(NIF)^+ = NIF, Nome, Email, TipoL$$

O fecho não contém Nacionalidade, logo não é extra.

- *Email* é extra?

$$F' = F - \{NIF \rightarrow Nome, Nacionalidade, Email, TipoL\} \\ + \{NIF \rightarrow Nome, Nacionalidade, TipoL\}$$

$$(NIF)^+ = NIF, Nome, Nacionalidade, TipoL$$

O fecho não contém Email logo não é extra.

- *TipoL* é extra?

$$F' = F - \{NIF \rightarrow Nome, Nacionalidade, Email, TipoL\} \\ + \{NIF \rightarrow Nome, Nacionalidade, Email\}$$

$$(NIF)^+ = NIF, Nome, Nacionalidade, Email$$

O fecho não contém TipoL logo não é extra.

Logo não tem atributos extra.

Fica a dependência:

$NIF \rightarrow Nome, Nacionalidade, Email, TipoL$

4.2 Livros

1. $ISBN \rightarrow ISBN$
2. $ISBN \rightarrow Título$
3. $ISBN \rightarrow NIFed$

Remoção de dependências funcionais triviais e união.

$ISBN \rightarrow Título, NIFed$

Verificar se existem atributos extra à direita.

- *Título* é extra?

$$F' = F - \{ISBN \rightarrow Título, NIFed\} + \{ISBN \rightarrow NIFed\}$$

$$(ISBN)^+ = ISBN, NIFed$$

O fecho não contém Título logo não é extra.

- *NIFed* é extra?

$$F' = F - \{ISBN \rightarrow Título, NIFed\} + \{ISBN \rightarrow Título\}$$

$$(ISBN)^+ = ISBN, Título$$

O fecho não contém NIFed, logo não é extra.

Logo não tem atributos extra.

Fica a dependência:

$ISBN \rightarrow Título, NIFed$

4.3 Géneros

Não existem dependências funcionais não triviais para esta relação.

4.4 Autor

1. $\text{IdAutor} \rightarrow \text{NomeA}$
2. $\text{IdAutor} \rightarrow \text{Nacionalidade}$

União de dependências funcionais.

$\text{IdAutor} \rightarrow \text{NomeA}, \text{Nacionalidade}$

Verificar se existem atributos extra à direita.

- *NomeA* é extra?
 $F' = F - \{\text{IdAutor} \rightarrow \text{NomeA}, \text{Nacionalidade}\} + \{\text{IdAutor} \rightarrow \text{Nacionalidade}\}$
 $(\text{IdAutor})^+ = \text{IdAutor}, \text{Nacionalidade}$
O fecho não contém NomeA logo não é extra.
- *Nacionalidade* é extra?
 $F' = F - \{\text{IdAutor} \rightarrow \text{NomeA}, \text{Nacionalidade}\} + \{\text{IdAutor} \rightarrow \text{NomeA}\}$
 $(\text{IdAutor})^+ = \text{IdAutor}, \text{NomeA}$
O fecho não contém Nacionalidade, logo não é extra.

Logo não tem atributos extra.

Fica a dependência:

$\text{IdAutor} \rightarrow \text{NomeA}, \text{Nacionalidade}$

4.5 Autoria

Não existem dependências funcionais não triviais para esta relação.

4.6 Exemplar

1. $\text{IdExemplar} \rightarrow \text{ISBN}$
2. $\text{IdExemplar} \rightarrow \text{Link}$
3. $\text{Link} \rightarrow \text{IdExemplar}$
4. $\text{Link} \rightarrow \text{ISBN}$

União de dependências funcionais. $\text{IdExemplar} \rightarrow \text{ISBN}, \text{Link}$ $\text{Link} \rightarrow \text{IdExemplar}, \text{ISBN}$ **Verificar se existem atributos extra à direita.**Dependência: $\text{Link} \rightarrow \text{IdExemplar}, \text{ISBN}$

- *IdExemplar* é extra?

$$F' = F - \{\text{Link} \rightarrow \text{IdExemplar}, \text{ISBN}\} + \{\text{Link} \rightarrow \text{ISBN}\}$$

$$(\text{Link})^+ = \text{Link}, \text{ISBN}$$

O fecho não contém *IdExemplar* logo não é extra.

- *ISBN* é extra?

$$F' = F - \{\text{Link} \rightarrow \text{IdExemplar}, \text{ISBN}\} + \{\text{Link} \rightarrow \text{IdExemplar}\}$$

$$(\text{Link})^+ = \text{Link}, \text{IdExemplar}, \text{ISBN}$$

O fecho contém *ISBN*, logo é extra.**Fica:** $\text{Link} \rightarrow \text{IdExemplar}$ Dependência: $\text{IdExemplar} \rightarrow \text{ISBN}, \text{Link}$

- *ISBN* é extra?

$$F' = F - \{\text{IdExemplar} \rightarrow \text{ISBN}, \text{Link}\} + \{\text{IdExemplar} \rightarrow \text{Link}\}$$

$$(\text{IdExemplar})^+ = \text{IdExemplar}, \text{Link}$$

O fecho não contém *ISBN* logo não é extra.

- *Link* é extra?

$$F' = F - \{\text{IdExemplar} \rightarrow \text{ISBN}, \text{Link}\} + \{\text{IdExemplar} \rightarrow \text{ISBN}\}$$

$$(\text{IdExemplar})^+ = \text{IdExemplar}, \text{ISBN}$$

O fecho não contém *Link*, logo não é extra.**Ficam as dependências:** $\text{IdExemplar} \rightarrow \text{ISBN}, \text{Link}$ $\text{Link} \rightarrow \text{IdExemplar}$

4.7 Editora

1. $NIFed \rightarrow NIFed$
2. $NIFed \rightarrow NomeE$
3. $NIFed \rightarrow Email$
4. $Email \rightarrow NIFed$
5. $Email \rightarrow NomeE$

Remoção de dependências funcionais triviais e união.

$NIFed \rightarrow NomeE, Email$

$Email \rightarrow NIFed, NomeE$

Verificar se existem atributos extra à direita. $Email \rightarrow NIFed, NomeE$

- $NIFed$ é extra?

$$F' = F - \{Email \rightarrow NIFed, NomeE\} + \{Email \rightarrow NomeE\}$$

$$(Email)^+ = Email, NomeE$$

O fecho não contém $NIFed$ logo não é extra.

- $NomeE$ é extra?

$$F' = F - \{Email \rightarrow NIFed, NomeE\} + \{Email \rightarrow NIFed\}$$

$$(Email)^+ = Email, NIFed, NomeE$$

O fecho contém $NomeE$, logo é um atributo extra.

Fica: $Email \rightarrow NIFed$

$NIFed \rightarrow NomeE, Email$

- $NomeE$ é extra?

$$F' = F - \{NIFed \rightarrow NomeE, Email\} + \{NIFed \rightarrow Email\}$$

$$(NIFed)^+ = NIFed, Email$$

O fecho não contém $NomeE$ logo não é extra.

- $Email$ é extra?

$$F' = F - \{NIFed \rightarrow NomeE, Email\} + \{NIFed \rightarrow NomeE\}$$

$$(NIFed)^+ = NIFed, NomeE$$

O fecho não contém $Email$ logo não é extra.

Ficam as dependências:

$NIFed \rightarrow NomeE, Email$

$Email \rightarrow NIFed$

4.8 Encomenda

1. NIFed, DataE \rightarrow NIFed, DataE
2. NIFed, DataE \rightarrow Valor

Remoção de dependências funcionais triviais.

NIFed, DataE \rightarrow Valor

Como é a única forma de determinar Valor e é a única dependência funcional não trivial, então F já se encontra na forma canónica.

4.9 tipoLeitor

1. tipoL \rightarrow NmaxLivros
2. tipoL \rightarrow Mensalidade

União de dependências funcionais.

tipoL \rightarrow NmaxLivros, Mensalidade

Verificar se existem atributos extra à direita.

- *NmaxLivros* é extra?

$$F' = F - \{tipoL \rightarrow NmaxLivros, Mensalidade\} + \{tipoL \rightarrow Mensalidade\}$$

$$(tipoL)^+ = tipoL, Mensalidade$$

O fecho não contém NmaxLivros logo não é extra.

- *Mensalidade* é extra?

$$F' = F - \{tipoL \rightarrow NmaxLivros, Mensalidade\} + \{tipoL \rightarrow NmaxLivros\}$$

$$(tipoL)^+ = tipoL, NmaxLivros$$

O fecho não contém Mensalidade logo não é extra.

Fica a dependência:

tipoL \rightarrow NmaxLivros, Mensalidade

4.10 Pagamento

1. NIF, Mês, Ano \rightarrow Valor

Como é a única forma de determinar Valor e é a única dependência funcional não trivial, então F já se encontra na forma canónica.

4.11 Amigo

Não existem dependências funcionais não triviais para esta relação.

4.12 Alugar

1. $\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano} \rightarrow \text{NIF}$
2. $\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano} \rightarrow \text{Valor}$

União de dependências funcionais

$\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano} \rightarrow \text{NIF}, \text{Valor}$

Verificar se existem atributos extra à direita.

- NIF é extra?

$$F' = F - \{\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano} \rightarrow \text{NIF}, \text{Valor}\} \\ + \{\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano} \rightarrow \text{Valor}\}$$

$$(\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano})^+ = \text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano}, \text{Valor}$$

O fecho não contém NIF logo não é extra.

- Valor é extra?

$$F' = F - \{\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano} \rightarrow \text{NIF}, \text{Valor}\} \\ + \{\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano} \rightarrow \text{NIF}\}$$

$$(\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano})^+ = \text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano}, \text{NIF}$$

O fecho não contém Valor logo não é extra.

Verificar se existem atributos extra à esquerda.

- IdExemplar é extra?

$$(\text{Semana}, \text{Ano})^+ = \text{Semana}, \text{Ano}$$

O fecho não contém NIF, Valor logo não é atributo extra.

- Semana é extra?

$$(\text{IdExemplar}, \text{Ano})^+ = \text{IdExemplar}, \text{Ano}$$

O fecho não contém NIF, Valor logo não é atributo extra.

- Ano é extra?

$$(\text{IdExemplar}, \text{Semana})^+ = \text{IdExemplar}, \text{Semana}$$

O fecho não contém NIF, Valor logo não é atributo extra.

Fica a dependência

$\text{IdExemplar}, \text{Semana}, \text{Ano} \rightarrow \text{NIF}, \text{Valor}$

4.13 Avalia

1. NIF, ISBN \rightarrow Estrelas, Comentário

Como é a única forma de determinar Estrelas e Comentário e é a única dependência funcional não trivial, então F já se encontra na forma canónica.

4.14 Encomenda_Livro

1. NIFed, DataE, ISBN \rightarrow NoExemplares

Como é a única forma de determinar NoExemplares e é a única dependência funcional não trivial, então F já se encontra na forma canónica.

4.15 Cobertura Canónica

Por fim, obtém-se o seguinte conjunto de dependências funcionais que formam a cobertura canónica:

$$F_c = \{$$

- NIF \rightarrow Nome, Nacionalidade, Email, TipoL;
- ISBN \rightarrow Título, NIFed;
- IdAutor \rightarrow NomeA, Nacionalidade;
- IdExemplar \rightarrow ISBN, Link;
- Link \rightarrow IdExemplar;
- NIFed \rightarrow NomeE, Email;
- Email \rightarrow NIFed;
- NIFed, DataE \rightarrow Valor;
- tipoL \rightarrow NmaxLivros, Mensalidade;
- NIF, Mês, Ano \rightarrow Valor;
- IdExemplar, Semana, Ano \rightarrow NIF, Valor;
- NIF, ISBN \rightarrow Estrelas, Comentário;
- NIFed, DataE, ISBN \rightarrow NoExemplares

$$\}$$

5 Forma Normal de Boyce-Codd

5.1 Leitor

$(NIF)^+ = NIF, Nome, Nacionalidade, Email, TipoL = Leitor$

Logo NIF é superchave, e Leitor está na BCNF.

5.2 Livros

$(ISBN)^+ = ISBN, Titulo, NIFed = Livros$

Logo ISBN é superchave, e Livros está na BCNF.

5.3 Géneros

Não existem dependências funcionais não triviais, logo Géneros está na BCNF.

5.4 Autor

$(IdAutor)^+ = IdAutor, NomeA, Nacionalidade = Autor$

Logo IdAutor é superchave, e Autor está na BCNF.

5.5 Autoria

Não existem dependências funcionais não triviais, logo Autoria está na BCNF.

5.6 Exemplar

$(Link)^+ = Link, IdExemplar, ISBN = Exemplar$

$(IdExemplar)^+ = IdExemplar, ISBN, Link = Exemplar$

Logo Link e IdExemplar são ambas superchave, e Exemplar está na BCNF.

5.7 Editora

$(NIFed)^+ = NIFed, NomeE, Email = Editora$

$(Email)^+ = Email, NIFed, NomeE = Editora$

Logo NIFed e Email são ambas superchave, e Editora está na BCNF.

5.8 Encomenda

$(NIFed, DataE)^+ = NIFed, DataE, Valor = Encomenda$

Logo (NIFed, DataE) é superchave, e Encomenda está na BCNF.

5.9 tipoLeitor

$(tipoL)^+ = tipoL, NmaxLivros, Mensalidade = tipoLeitor$

Logo tipoL é superchave, e tipoLeitor está na BCNF.

5.10 Pagamento

$(NIF, Mês, Ano)^+ = NIF, Mês, Ano, Valor = Pagamento$

Logo (NIF, Mês, Ano) é superchave, e Pagamento está na BCNF.

5.11 Amigo

Não existem dependências funcionais não triviais, logo Amigo está na BCNF.

5.12 Alugar

$(IdExemplar, Semana, Ano)^+ = IdExemplar, Semana, Ano, NIF, Valor = Alugar$

Logo (IdExemplar, Semana, Ano) é superchave, e Alugar está na BCNF.

5.13 Avalia

$(NIF, ISBN)^+ = NIF, ISBN, Estrelas, Comentario = Avalia$

Logo (NIF, ISBN) é superchave, e Avalia está na BCNF.

5.14 Encomenda_Livro

$(NIFed, DataE, ISBN)^+ = NIFed, DataE, ISBN, NoExemplares = Encomenda_Livro$

Logo (NIFed, DataE, ISBN) é superchave, e Encomenda_Livro está na BCNF.

5.15 Base de Dados

Como todas as relações estão na Forma Normal de Boyce Codd, então a base de dados está na BCNF.

6 Preservação de Dependências e 3^a Forma Normal

Todas as dependências funcionais da cobertura canónica já analisadas, podem ser verificadas nas respetivas relações. Desta forma, a base de dados apresentada no ponto 5, na Forma Normal de Boyce Codd, preserva todas as dependências funcionais não sendo necessário fazer nova normalização para a 3^a Forma Normal.

7 Chaves

7.1 Leitor(NIF, NomeL, Email, Nacionalidade, TipoL)

$$(NIF)^+ = NIF, Nome, Nacionalidade, Email, TipoL = Leitor$$

Desta forma, (NIF) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (NIF)

Chave Primária: (NIF)

Chaves Estrangeiras: (tipoL) - da relação "tipoLeitor"

7.2 Livros(ISBN, Titulo, NIFed)

$$(ISBN)^+ = ISBN, Titulo, NIFed = Livros$$

Desta forma, (ISBN) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (ISBN)

Chave Primária: (ISBN)

Chaves Estrangeiras: (NIFed) - da relação "editora"

7.3 Géneros(ISBN, Género)

$$(Género)^+ = Género \neq Géneros$$

$$(ISBN)^+ = ISBN \neq Géneros$$

$$(ISBN, Género)^+ = ISBN, Género = Géneros$$

Desta forma, (ISBN, Género) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (ISBN, Género)

Chave Primária: (ISBN, Género)

Chaves Estrangeiras: (ISBN) - da relação "livros"

7.4 Autor(IdAutor, NomeA, Nacionalidade)

$(IdAutor)^+ = IdAutor, NomeA, Nacionalidade = Autor$

Desta forma, (IdAutor) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (IdAutor)

Chave Primária: (IdAutor)

Chaves Estrangeiras: Não há

7.5 Autoria(ISBN, IdAutor)

$(IdAutor)^+ = IdAutor \neq Autoria$

$(ISBN)^+ = ISBN \neq Autoria$

$(ISBN, IdAutor)^+ = ISBN, IdAutor = Autoria$

Desta forma, (ISBN, IdAutor) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (ISBN, IdAutor)

Chave Primária: (ISBN, IdAutor)

Chaves Estrangeiras: (ISBN) - da relação "livros"
(IdAutor) - da relação "autor"

7.6 Exemplar(IdExemplar, Link, ISBN)

$(Link)^+ = Link, IdExemplar, ISBN = Exemplar$

$(IdExemplar)^+ = IdExemplar, ISBN, Link = Exemplar$

Desta forma, (Link) e (IdExemplar) são superchaves e são minimais. De acordo com as dependências funcionais, não há mais superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (IdExemplar), (Link)

Chave Primária: (IdExemplar)

Chaves Estrangeiras: (ISBN) - da relação "livros"

7.7 Editora(NIFed, NomeE, Email)

$(NIFed)^+ = NIFed, NomeE, Email = Editora$

$(Email)^+ = Email, NIFed, NomeE = Editora$

Desta forma, (NIFed) e (Email) são superchaves e são minimais. De acordo com as dependências funcionais, não há mais superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (NIFed), (Email)

Chave Primária: (NIFed)

Chaves Estrangeiras: Não há

7.8 Encomenda(NIFed, DataE, Valor)

$(NIFed, DataE)^+ = NIFed, DataE, Valor = Encomenda$

Desta forma, (NIFed, DataE) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, os atributos NIFed e Data, não podem ser determinados, então têm de pertencer a todas as superchaves. Assim, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (NIFed, DataE)

Chave Primária: (NIFed, DataE)

Chaves Estrangeiras: (NIFed) - da relação "editora"

7.9 TipoLeitor(TipoL, NmaxLivros, Mensalidade)

$(tipoL)^+ = tipoL, NmaxLivros, Mensalidade = tipoLeitor$

Desta forma, (tipoL) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (tipoL)

Chave Primária: (tipoL)

Chaves Estrangeiras: Não há

7.10 Pagamento(NIF, Mês, Ano, Valor)

$$(NIF, Mês, Ano)^+ = NIF, Mês, Ano, Valor = Pagamento$$

Desta forma, (NIF, Mês, Ano) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, os atributos NIF, Mês e Ano, não podem ser determinados, então têm de pertencer a todas as superchaves. Assim, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (NIF, Mês, Ano)
Chave Primária: (NIF, Mês, Ano)
Chaves Estrangeiras: (NIF) - da relação "leitor"

7.11 Amigo(NIF1, NIF2)

$$(NIF1)^+ = NIF1 \neq Amigo$$
$$(NIF2)^+ = NIF2 \neq Amigo$$
$$(NIF1, NIF2)^+ = NIF1, NIF2 = Amigo$$

Desta forma, (NIF1, NIF2) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (NIF1, NIF2)
Chave Primária: (NIF1, NIF2)
Chaves Estrangeiras: (NIF1) - da relação "leitor"
(NIF2) - da relação "leitor"

7.12 Alugar(IdExemplar, Semana, Ano, NIF, Valor)

$$(IdExemplar, Semana, Ano)^+ = IdExemplar, Semana, Ano, NIF, Valor = Alugar$$

Desta forma, (IdExemplar, Semana, Ano) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, os atributos IdExemplar, Semana e Ano, não podem ser determinados, então têm de pertencer a todas as superchaves. Assim, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (IdExemplar, Semana, Ano)
Chave Primária: (IdExemplar, Semana, Ano)
Chaves Estrangeiras: (IdExemplar) - da relação "exemplar"
(NIF) - da relação "leitor"

7.13 Avalia(NIF, ISBN, Estrelas, Comentário)

$$(NIF, ISBN)^+ = NIF, ISBN, Estrelas, Comentario = Avalia$$

Desta forma, (NIF, ISBN) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, os atributos NIF e ISBN, não podem ser determinados, então têm de pertencer a todas as superchaves. Assim, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (NIF, ISBN)

Chave Primária: (NIF, ISBN)

Chaves Estrangeiras: (NIF) - da relação "leitor"
(ISBN) - da relação "livros"

7.14 Encomenda_Livro(ISBN, NIFed, DataE, NoExemplares)

$$(NIFed, DataE, ISBN)^+ = NIFed, DataE, ISBN, NoExemplares = Encomenda_Livro$$

Desta forma, (NIFed, DataE, ISBN) é superchave e é minimal. De acordo com as dependências funcionais, os atributos NIFed, DataE e ISBN, não podem ser determinados, então têm de pertencer a todas as superchaves. Assim, não há outras superchaves minimais que permitam determinar todos os atributos da relação, então:

Chaves Candidatas: (ISBN, NIFed, DataE)

Chave Primária: (ISBN, NIFed, DataE)

Chaves Estrangeiras: (ISBN) - da relação "livro"
(NIFed) - da relação "editora"

8 Criação de Tabelas

8.1 Leitor

```
1 CREATE TABLE leitor (  
2     NomeL VARCHAR(100) NOT NULL,  
3     NIF VARCHAR(10) NOT NULL,  
4     Email VARCHAR(50) NOT NULL,  
5     Nacionalidade VARCHAR(50) NOT NULL,  
6     TipoL VARCHAR(25) NOT NULL,  
7     PRIMARY KEY (NIF)  
8 );
```

8.2 Livros

```
1 CREATE TABLE livros (  
2     ISBN VARCHAR(15) NOT NULL,  
3     Titulo VARCHAR(100) NOT NULL,  
4     NIFed VARCHAR(10) NOT NULL,  
5     PRIMARY KEY (ISBN)  
6 );
```

8.3 Generos

```
1 CREATE TABLE generos (  
2     ISBN VARCHAR(15) NOT NULL,  
3     Genero VARCHAR(50) NOT NULL,  
4     PRIMARY KEY (ISBN, Genero)  
5 );
```

8.4 Autor

```
1 CREATE TABLE autor (  
2     IdAutor VARCHAR(50) NOT NULL,  
3     NomeA VARCHAR(100) NOT NULL,  
4     Nacionalidade VARCHAR(50) NOT NULL,  
5     PRIMARY KEY (IdAutor)  
6 );
```

8.5 Autoria

```
1 CREATE TABLE autoria (  
2     ISBN VARCHAR(15) NOT NULL,  
3     IdAutor VARCHAR(50) NOT NULL,  
4     PRIMARY KEY (ISBN, IdAutor)  
5 );
```

8.6 Exemplar

```
1 CREATE TABLE exemplar (  
2     IdExemplar VARCHAR(50) NOT NULL,  
3     Link TEXT NOT NULL,  
4     ISBN VARCHAR(15) NOT NULL,  
5     PRIMARY KEY (IdExemplar)  
6 );
```

8.7 Editora

```
1 CREATE TABLE editora (  
2     NIFed VARCHAR(10) NOT NULL,  
3     NomeE VARCHAR(100) NOT NULL,  
4     Email VARCHAR(50) NOT NULL,  
5     PRIMARY KEY (NIFed)  
6 );
```

8.8 Encomenda

```
1 CREATE TABLE encomenda (  
2     NIFed VARCHAR(10) NOT NULL,  
3     DataE DATE NOT NULL,  
4     Valor NUMERIC(10, 7) NOT NULL,  
5     PRIMARY KEY (NIFed, DataE)  
6 );
```

8.9 tipoLeitor

```
1 CREATE TABLE tipoLeitor (  
2     TipoL VARCHAR(25) NOT NULL,  
3     NmaxLivros INT NOT NULL,  
4     Mensalidade NUMERIC(10, 7) NOT NULL,  
5     PRIMARY KEY (TipoL)  
6 );
```

8.10 Pagamento

```
1 CREATE TABLE pagamento (  
2     NIF VARCHAR(10) NOT NULL,  
3     Mes INT NOT NULL,  
4     Ano INT NOT NULL,  
5     Valor NUMERIC(10, 7) NOT NULL,  
6     PRIMARY KEY (NIF, Mes, Ano)  
7 );
```

8.11 Amigo

```
1 CREATE TABLE amigo (  
2     NIF1 VARCHAR(10) NOT NULL,  
3     NIF2 VARCHAR(10) NOT NULL,  
4     PRIMARY KEY (NIF1, NIF2)  
5 );
```

8.12 Alugar

```
1 CREATE TABLE alugar (  
2     NIF VARCHAR(10) NOT NULL,  
3     IdExemplar VARCHAR(50) NOT NULL,  
4     Valor NUMERIC(10, 7) NOT NULL,  
5     Semana INT NOT NULL,  
6     Ano INT NOT NULL,  
7     PRIMARY KEY (IdExemplar, Semana, Ano)  
8 );
```

8.13 Avalia

```
1 CREATE TABLE avalia (  
2     NIF VARCHAR(10) NOT NULL,  
3     ISBN VARCHAR(15) NOT NULL,  
4     Estrelas INT NOT NULL,  
5     Comentario TEXT NOT NULL,  
6     PRIMARY KEY (NIF, ISBN)  
7 );
```

8.14 Encomenda_Livro

```
1 CREATE TABLE encomenda_livro (  
2     ISBN VARCHAR(15) NOT NULL,  
3     NIFed VARCHAR(10) NOT NULL,  
4     DataE DATE NOT NULL,  
5     NoExemplares INT NOT NULL,  
6     PRIMARY KEY (ISBN, NIFed, DataE)  
7 );
```

8.15 Chaves Estrangeiras

8.15.1 Leitor

```
1 | ALTER TABLE leitor ADD FOREIGN KEY (TipoL) REFERENCES tipoLeitor(TipoL)
   | on DELETE RESTRICT;
```

8.15.2 Livros

```
1 | ALTER TABLE livros ADD FOREIGN KEY (NIFed) REFERENCES editora(NIFed) on
   | DELETE RESTRICT;
```

8.15.3 Generos

```
1 | ALTER TABLE generos ADD FOREIGN KEY (ISBN) REFERENCES livros(ISBN) on
   | DELETE RESTRICT;
```

8.15.4 Autoria

```
1 | ALTER TABLE autoria ADD FOREIGN KEY (ISBN) REFERENCES livros(ISBN) on
   | DELETE RESTRICT;
2 | ALTER TABLE autoria ADD FOREIGN KEY (IdAutor) REFERENCES autor(IdAutor)
   | on DELETE RESTRICT;
```

8.15.5 Exemplar

```
1 | ALTER TABLE exemplar ADD FOREIGN KEY (ISBN) REFERENCES livros(ISBN) on
   | DELETE RESTRICT;
```

8.15.6 Encomenda

```
1 | ALTER TABLE encomenda ADD FOREIGN KEY (NIFed) REFERENCES editora(NIFed)
   | on DELETE RESTRICT;
```

8.15.7 Pagamento

```
1 | ALTER TABLE pagamento ADD FOREIGN KEY (NIF) REFERENCES leitor(NIF) on
   | DELETE RESTRICT;
```

8.15.8 Alugar

```
1 ALTER TABLE alugar ADD FOREIGN KEY (NIF) REFERENCES leitor(NIF) on
  DELETE RESTRICT;
2 ALTER TABLE alugar ADD FOREIGN KEY (IdExemplar) REFERENCES
  exemplar(IdExemplar) on DELETE RESTRICT;
```

8.15.9 Avalia

```
1 ALTER TABLE avalia ADD FOREIGN KEY (NIF) REFERENCES leitor(NIF) on
  DELETE RESTRICT;
2 ALTER TABLE avalia ADD FOREIGN KEY (ISBN) REFERENCES livros(ISBN) on
  DELETE RESTRICT;
```

8.15.10 Encomenda_Livro

```
1 ALTER TABLE encomenda_livro ADD FOREIGN KEY (ISBN) REFERENCES
  livros(ISBN) on DELETE RESTRICT;
2 ALTER TABLE encomenda_livro ADD FOREIGN KEY (NIFed) REFERENCES
  editora(NIFed) on DELETE RESTRICT;
```


9 Inserção de Dados

9.1 Inserir nas relações leitor e tipoLeitor

```
1 INSERT INTO leitor (NomeL, NIF, Email, Nacionalidade, TipoL) VALUES
2   ('Zé Povinho',
3    '000000000', 'zepovinho112@gmail.com', 'Portuguesa', 'Frequente'),
4   ('Pina Manique',
5    '111111111', 'pinamanique@gmail.com', 'Portuguesa', 'Frequente'),
6   ('FlorBela Espanca',
7    '222222222', 'florbelaespanca@gmail.com', 'Portuguesa', 'Frequente'),
8   ('Salvador Dalí',
9    '333333333', 'salvador dali@gmail.com', 'Espanhola', 'Frequente'),
10  ('Charlie Chaplin',
11   '444444444', 'charliechaplin@gmail.com', 'Britânico', 'Frequente'),
12  ('Coco Chanel',
13   '555555555', 'cocochanel@gmail.com', 'Francesa', 'Regular'),
14  ('Mata Hari',
15   '666666666', 'matahari@gmail.com', 'Neerlandesa', 'Regular'),
16  ('Cristiano Ronaldo',
17   '777777777', 'cristiano@gmail.com', 'Portuguesa', 'Regular'),
18  ('António Champalimaud',
19   '888888888', 'antoniochampali@gmail.com', 'Portuguesa', 'Regular'),
20  ('Guglielmo Marconi',
21   '999999999', 'guglielmomarcon@gmail.com', 'Italiana', 'Regular');
22 COMMIT;
```



```
1 INSERT INTO tipoLeitor(TipoL, NmaxLivros, Mensalidade) VALUES
2   ('Frequente', 5, 1.00),
3   ('Regular', 2, 2.00);
4 COMMIT;
```

9.2 Inserir na relação generos

```
1  INSERT INTO generos(ISBN, Genero) VALUES
2      ('0000011111', 'drama'),
3      ('1111122222', 'drama'),
4      ('2222233333', 'drama'),
5      ('3333344444', 'ensaio'),
6      ('4444455555', 'fantasia'),
7      ('5555566666', 'fantasia'),
8      ('6666677777', 'crime'),
9      ('7777788888', 'fantasia'),
10     ('8888899999', 'mistério'),
11     ('9999900000', 'mistério'),
12     ('0011001100', 'informática'),
13
14     ('0000011111', 'ensaio'),
15     ('1111122222', 'horror'),
16     ('2222233333', 'mistério'),
17     ('3333344444', 'romance'),
18     ('4444455555', 'mistério'),
19     ('5555566666', 'drama'),
20     ('6666677777', 'humor'),
21     ('7777788888', 'drama'),
22     ('8888899999', 'fantasia'),
23     ('9999900000', 'aventura');
24     ('0011001100', 'educação'),
25 COMMIT;
```

9.3 Inserir nas relações livros, exemplar, autor e autoria

```

1  INSERT INTO livros(ISBN, Titulo, NIFed) VALUES
2      ('0000011111', 'Memorial do Convento', '000000000'),
3      ('1111122222', 'Os Maias', '222222222'),
4      ('2222233333', 'O Ano da Morte de Ricardo Reis', '000000000'),
5      ('3333344444', 'Ensaio sobre a Cegueira', '444444444'),
6      ('4444455555', 'Harry Potter e a Pedra Filosofal', '111111111'),
7      ('5555566666', 'Mensagem', '666666666'),
8      ('6666677777', 'Sermão de Santo António', '777777777'),
9      ('7777788888', '1984', '888888888'),
10     ('8888899999', 'Os Lusíadas', '999999999'),
11     ('9999900000', 'Uma Aventura na Cidade', '111111111'),
12     ('0011001100', 'Database System Concepts', '444444444');
13 COMMIT;

1  INSERT INTO exemplar(IdExemplar, Link, ISBN) VALUES
2      ('memorialConvento1', 'https://www.book.com/memorialconvento1', '0000011111'),
3      ('memorialConvento2', 'https://www.book.com/memorialconvento2', '0000011111'),
4
5      ('osmaias1', 'https://www.book.com/osmaias1', '1111122222'),
6      ('osmaias2', 'https://www.book.com/osmaias2', '1111122222'),
7
8      ('anoRicardoReis1', 'https://www.book.com/anoRicardoReis1', '2222233333'),
9      ('anoRicardoReis2', 'https://www.book.com/anoRicardoReis2', '2222233333'),
10     ('anoRicardoReis3', 'https://www.book.com/anoRicardoReis3', '2222233333'),
11
12     ('ensaioCegueira1', 'https://www.book.com/ensaioCegueira1', '3333344444'),
13     ('ensaioCegueira2', 'https://www.book.com/ensaioCegueira2', '3333344444'),
14
15     ('harryPotter1', 'https://www.book.com/harryPotter1', '4444455555'),
16     ('harryPotter2', 'https://www.book.com/harryPotter2', '4444455555'),
17
18     ('mensagem1', 'https://www.book.com/mensagem1', '5555566666'),
19     ('mensagem2', 'https://www.book.com/mensagem2', '5555566666'),
20
21     ('sermaoAntonio1', 'https://www.book.com/sermaoAntonio1', '6666677777'),
22     ('sermaoAntonio2', 'https://www.book.com/sermaoAntonio2', '6666677777'),
23
24     ('1984_1', 'https://www.book.com/19841', '7777788888'),
25     ('1984_2', 'https://www.book.com/19842', '7777788888'),

```

```
26      ('1984_3',          'https://www.book.com/19843',      '7777788888'),
27
28      ('lusíadas1',       'https://www.book.com/lusíadas1', '8888899999'),
29      ('lusíadas2',       'https://www.book.com/lusíadas2', '8888899999'),
30
31      ('aventuraCidade1', 'https://www.book.com/aventuraCidade', '9999900000'),
32      ('aventuraCidade2', 'https://www.book.com/aventuraCidade', '9999900000'),
33
34      ('databaseSystem1', 'https://www.book.com/databaseSystem1', '0011001100'),
35      ('databaseSystem2', 'https://www.book.com/databaseSystem2', '0011001100'),
36      ('databaseSystem3', 'https://www.book.com/databaseSystem3', '0011001100'),
37      ('databaseSystem4', 'https://www.book.com/databaseSystem4', '0011001100');
38 COMMIT;
```



```
1  INSERT INTO autor(IdAutor, NomeA, Nacionalidade) VALUES
2      ('josesaramago',    'José Saramago',    'Portuguesa'),
3      ('ecadequeiros',    'Eça de Queirós',   'Portuguesa'),
4      ('jkrowling',       'J. K. Rowling',    'Britânica'),
5      ('fernandopessoa',  'Fernando Pessoa',  'Portuguesa'),
6      ('antoniovieira',   'António Vieira',   'Portuguesa'),
7      ('georgeorwell',    'George Orwell',    'Britânico'),
8      ('luisdecamoes',    'Luís de Camões',   'Portuguesa'),
9      ('anamariamagalhaes', 'Ana Maria Magalhães', 'Portuguesa'),
10     ('isabelalcada',     'Isabel Alçada',    'Portuguesa'),
11     ('avisilberschatz',  'Avi Silberschatz', 'Americana'),
12     ('henryfkorth',      'Henry F. Korth',   'Americana');
13 COMMIT;
```

```
1  INSERT INTO autoria(ISBN, IdAutor) VALUES
2      ('0000011111', 'josesaramago'),
3      ('1111122222', 'ecadequeiros'),
4      ('2222233333', 'josesaramago'),
5      ('3333344444', 'josesaramago'),
6      ('4444455555', 'jkrowling'),
7      ('5555566666', 'fernandopessoa'),
8      ('6666677777', 'antoniovieira'),
9      ('7777788888', 'georgeorwell'),
10     ('8888899999', 'luisdecamoes'),
11     ('9999900000', 'anamariamagalhaes'),
12     ('9999900000', 'isabelalcada'),
13     ('0011001100', 'avisilberschatz'),
14     ('0011001100', 'henryfkorth');
15 COMMIT;
```

9.4 Inserir na relação alugar

```
1  INSERT INTO alugar(NIF, IdExemplar, Valor, Semana, Ano) VALUES
2      ('000000000', 'memorialConvento1', 1, 1, 2024),
3      ('000000000', 'anoRicardoReis1', 1, 1, 2024),
4      ('000000000', 'ensaioCegueira1', 1, 1, 2024),
5
6      ('000000000', 'memorialConvento1', 1, 2, 2024),
7      ('000000000', 'anoRicardoReis1', 1, 2, 2024),
8      ('000000000', 'ensaioCegueira1', 1, 2, 2024),
9
10     ('000000000', 'memorialConvento1', 1, 3, 2024),
11     ('000000000', 'anoRicardoReis1', 1, 3, 2024),
12     ('000000000', 'ensaioCegueira1', 1, 3, 2024),
13
14     ('000000000', 'memorialConvento1', 1, 4, 2024),
15     ('000000000', 'anoRicardoReis1', 1, 4, 2024),
16     ('000000000', 'ensaioCegueira1', 1, 4, 2024),
17
18
19     ('111111111', 'harryPotter1', 1, 1, 2024),
20     ('111111111', '1984_1', 1, 1, 2024),
21     ('111111111', 'osmaias1', 1, 1, 2024),
22
23     ('111111111', 'harryPotter1', 1, 2, 2024),
24     ('111111111', '1984_1', 1, 2, 2024),
25     ('111111111', 'osmaias1', 1, 2, 2024),
26
27     ('111111111', 'harryPotter1', 1, 3, 2024),
28     ('111111111', '1984_1', 1, 3, 2024),
29     ('111111111', 'osmaias1', 1, 3, 2024),
30
31     ('111111111', 'harryPotter1', 1, 4, 2024),
32     ('111111111', '1984_1', 1, 4, 2024),
33     ('111111111', 'osmaias1', 1, 4, 2024),
34
35
36     ('222222222', 'memorialConvento2', 1, 1, 2024),
37     ('222222222', 'osmaias2', 1, 1, 2024),
38     ('222222222', 'harryPotter2', 1, 1, 2024),
39
```

```
40 ('22222222', 'memorialConvento2', 1, 2, 2024),
41 ('22222222', 'osmaias2', 1, 2, 2024),
42 ('22222222', 'harryPotter2', 1, 2, 2024),
43
44 ('22222222', 'memorialConvento2', 1, 3, 2024),
45 ('22222222', 'osmaias2', 1, 3, 2024),
46 ('22222222', 'harryPotter2', 1, 3, 2024),
47
48 ('22222222', 'memorialConvento2', 1, 4, 2024),
49 ('22222222', 'osmaias2', 1, 4, 2024),
50 ('22222222', 'harryPotter2', 1, 4, 2024),
51
52
53 ('33333333', 'anoRicardoReis2', 1, 1, 2024),
54 ('33333333', 'lusíadas1', 1, 1, 2024),
55 ('33333333', 'aventuraCidade1', 1, 1, 2024),
56
57 ('33333333', 'anoRicardoReis2', 1, 2, 2024),
58 ('33333333', 'lusíadas1', 1, 2, 2024),
59 ('33333333', 'aventuraCidade1', 1, 2, 2024),
60
61 ('33333333', 'anoRicardoReis2', 1, 3, 2024),
62 ('33333333', 'lusíadas1', 1, 3, 2024),
63 ('33333333', 'aventuraCidade1', 1, 3, 2024),
64
65 ('33333333', 'anoRicardoReis2', 1, 4, 2024),
66 ('33333333', 'lusíadas1', 1, 4, 2024),
67 ('33333333', 'aventuraCidade1', 1, 4, 2024),
68
69
70 ('44444444', 'mensagem1', 1, 1, 2024),
71 ('44444444', 'sermaoAntonio1', 1, 1, 2024),
72 ('44444444', 'aventuraCidade2', 1, 1, 2024),
73
74 ('44444444', 'mensagem1', 1, 2, 2024),
75 ('44444444', 'sermaoAntonio1', 1, 2, 2024),
76 ('44444444', 'aventuraCidade2', 1, 2, 2024),
77
78 ('44444444', 'mensagem1', 1, 3, 2024),
79 ('44444444', 'sermaoAntonio1', 1, 3, 2024),
80 ('44444444', 'aventuraCidade2', 1, 3, 2024),
```

```

81
82 ('444444444', 'mensagem1', 1, 4, 2024),
83 ('444444444', 'sermaoAntonio1', 1, 4, 2024),
84 ('444444444', 'aventuraCidade2', 1, 4, 2024),
85
86
87 ('555555555', 'ensaioCegueira2', 2, 1, 2024),
88 ('555555555', 'anoRicardoReis3', 2, 2, 2024),
89 ('555555555', 'mensagem2', 2, 3, 2024),
90 ('555555555', 'sermaoAntonio2', 2, 4, 2024),
91
92
93 ('666666666', 'anoRicardoReis3', 2, 1, 2024),
94 ('666666666', 'sermaoAntonio2', 2, 2, 2024),
95 ('666666666', '1984_2', 2, 3, 2024),
96 ('666666666', 'lusíadas2', 2, 4, 2024),
97
98
99 ('777777777', '1984_2', 2, 1, 2024),
100 ('777777777', 'lusíadas2', 2, 2, 2024),
101 ('777777777', 'ensaioCegueira2', 2, 3, 2024),
102 ('777777777', 'ensaioCegueira2', 2, 4, 2024),
103
104
105 ('888888888', '1984_3', 2, 1, 2024),
106 ('888888888', '1984_3', 2, 2, 2024),
107 ('888888888', 'anoRicardoReis3', 2, 3, 2024),
108 ('888888888', 'mensagem2', 2, 4, 2024),
109
110
111
112 ('111111111', 'memorialConvento1', 1, 5, 2024),
113 ('111111111', 'anoRicardoReis1', 1, 5, 2024),
114 ('111111111', 'ensaioCegueira1', 1, 5, 2024),
115
116 ('111111111', 'memorialConvento1', 1, 6, 2024),
117 ('111111111', 'anoRicardoReis1', 1, 6, 2024),
118 ('111111111', 'ensaioCegueira1', 1, 6, 2024),
119
120 ('111111111', 'memorialConvento1', 1, 7, 2024),
121 ('111111111', 'anoRicardoReis1', 1, 7, 2024),

```



```
122 ('11111111', 'ensaioCegueira1', 1, 7, 2024),
123
124 ('11111111', 'memorialConvento1', 1, 8, 2024),
125 ('11111111', 'anoRicardoReis1', 1, 8, 2024),
126 ('11111111', 'ensaioCegueira1', 1, 8, 2024),
127
128
129 ('00000000', 'harryPotter1', 1, 5, 2024),
130 ('00000000', '1984_1', 1, 5, 2024),
131 ('00000000', 'osmaias1', 1, 5, 2024),
132
133 ('00000000', 'harryPotter1', 1, 6, 2024),
134 ('00000000', '1984_1', 1, 6, 2024),
135 ('00000000', 'osmaias1', 1, 6, 2024),
136
137 ('00000000', 'harryPotter1', 1, 7, 2024),
138 ('00000000', '1984_1', 1, 7, 2024),
139 ('00000000', 'osmaias1', 1, 7, 2024),
140
141 ('00000000', 'harryPotter1', 1, 8, 2024),
142 ('00000000', '1984_1', 1, 8, 2024),
143 ('00000000', 'osmaias1', 1, 8, 2024),
144
145
146 ('33333333', 'memorialConvento2', 1, 5, 2024),
147 ('33333333', 'osmaias2', 1, 5, 2024),
148 ('33333333', 'harryPotter2', 1, 5, 2024),
149
150 ('33333333', 'memorialConvento2', 1, 6, 2024),
151 ('33333333', 'osmaias2', 1, 6, 2024),
152 ('33333333', 'harryPotter2', 1, 6, 2024),
153
154 ('33333333', 'memorialConvento2', 1, 7, 2024),
155 ('33333333', 'osmaias2', 1, 7, 2024),
156 ('33333333', 'harryPotter2', 1, 7, 2024),
157
158 ('33333333', 'memorialConvento2', 1, 8, 2024),
159 ('33333333', 'osmaias2', 1, 8, 2024),
160 ('33333333', 'harryPotter2', 1, 8, 2024),
161
162
```

```
163 ('22222222', 'anoRicardoReis2', 1, 5, 2024),
164 ('22222222', 'lusíadas1', 1, 5, 2024),
165 ('22222222', 'aventuraCidade1', 1, 5, 2024),
166
167 ('22222222', 'anoRicardoReis2', 1, 6, 2024),
168 ('22222222', 'lusíadas1', 1, 6, 2024),
169 ('22222222', 'aventuraCidade1', 1, 6, 2024),
170
171 ('22222222', 'anoRicardoReis2', 1, 7, 2024),
172 ('22222222', 'lusíadas1', 1, 7, 2024),
173 ('22222222', 'aventuraCidade1', 1, 7, 2024),
174
175 ('22222222', 'anoRicardoReis2', 1, 8, 2024),
176 ('22222222', 'lusíadas1', 1, 8, 2024),
177 ('22222222', 'aventuraCidade1', 1, 8, 2024),
178
179
180 ('44444444', 'mensagem1', 1, 5, 2024),
181 ('44444444', 'sermaoAntonio1', 1, 5, 2024),
182 ('44444444', 'aventuraCidade2', 1, 5, 2024),
183
184 ('44444444', 'mensagem1', 1, 6, 2024),
185 ('44444444', 'sermaoAntonio1', 1, 6, 2024),
186 ('44444444', 'aventuraCidade2', 1, 6, 2024),
187
188 ('44444444', 'mensagem1', 1, 7, 2024),
189 ('44444444', 'sermaoAntonio1', 1, 7, 2024),
190 ('44444444', 'aventuraCidade2', 1, 7, 2024),
191
192 ('44444444', 'mensagem1', 1, 8, 2024),
193 ('44444444', 'sermaoAntonio1', 1, 8, 2024),
194 ('44444444', 'aventuraCidade2', 1, 8, 2024),
195
196
197 ('66666666', 'ensaioCegueira2', 2, 5, 2024),
198 ('66666666', 'anoRicardoReis3', 2, 6, 2024),
199 ('66666666', 'mensagem2', 2, 7, 2024),
200 ('66666666', 'sermaoAntonio2', 2, 8, 2024),
201
202
203
```

```
204      ('55555555', 'anoRicardoReis3', 2, 5, 2024),
205      ('55555555', 'sermaoAntonio2', 2, 6, 2024),
206      ('55555555', '1984_2',          2, 7, 2024),
207      ('55555555', 'lusíadas2',       2, 8, 2024),
208
209
210      ('88888888', '1984_2',          2, 5, 2024),
211      ('88888888', 'lusíadas2',       2, 6, 2024),
212      ('88888888', 'ensaioCegueira2', 2, 7, 2024),
213      ('88888888', 'ensaioCegueira2', 2, 8, 2024),
214
215
216      ('77777777', '1984_3',          2, 5, 2024),
217      ('77777777', '1984_3',          2, 6, 2024),
218      ('77777777', 'anoRicardoReis3', 2, 7, 2024),
219      ('77777777', 'mensagem2',       2, 8, 2024);
220
221 COMMIT;
```

9.5 Inserir na relação pagamentos

```
1  INSERT INTO pagamento(NIF, Mes, Ano, Valor) VALUES
2      ('000000000', 1, 2024, 13.0),
3      ('111111111', 1, 2024, 13.0),
4      ('222222222', 1, 2024, 13.0),
5      ('333333333', 1, 2024, 13.0),
6      ('444444444', 1, 2024, 13.0),
7      ('555555555', 1, 2024, 10.0),
8      ('666666666', 1, 2024, 10.0),
9      ('777777777', 1, 2024, 10.0),
10     ('888888888', 1, 2024, 10.0),
11     ('999999999', 1, 2024, 2.00),
12
13     ('000000000', 2, 2024, 13.0),
14     ('111111111', 2, 2024, 13.0),
15     ('222222222', 2, 2024, 13.0),
16     ('333333333', 2, 2024, 13.0),
17     ('444444444', 2, 2024, 13.0),
18     ('555555555', 2, 2024, 10.0),
19     ('666666666', 2, 2024, 10.0),
20     ('777777777', 2, 2024, 10.0),
21     ('888888888', 2, 2024, 10.0),
22     ('999999999', 2, 2024, 2.00),
23
24     ('000000000', 3, 2024, 13.0),
25     ('111111111', 3, 2024, 13.0),
26     ('222222222', 3, 2024, 13.0),
27     ('333333333', 3, 2024, 13.0),
28     ('444444444', 3, 2024, 13.0),
29     ('555555555', 3, 2024, 10.0),
30     ('666666666', 3, 2024, 10.0),
31     ('777777777', 3, 2024, 10.0),
32     ('888888888', 3, 2024, 10.0),
33     ('999999999', 3, 2024, 1.50);
34  COMMIT;
```

9.6 Inserir na relação avalia

```
1  INSERT INTO avalia(NIF, ISBN, Estrelas, Comentario) VALUES
2      ('000000000', '0000011111', 5, 'Muito bom'),
3      ('111111111', '4444455555', 4, 'Bom'),
4      ('222222222', '0000011111', 3, 'Razoável'),
5      ('333333333', '2222233333', 2, 'Mais ou menos'),
6      ('444444444', '5555566666', 0, 'Muito mau'),
7      ('555555555', '3333344444', 5, 'Muito bom'),
8      ('666666666', '6666677777', 4, 'Bom'),
9      ('777777777', '8888899999', 3, 'Razoável'),
10     ('888888888', '5555566666', 2, 'Mais ou menos'),
11     ('999999999', '8888899999', 1, 'Mau'),
12
13     ('000000000', '2222233333', 1, 'Mau'),
14     ('111111111', '7777788888', 2, 'Mais ou menos'),
15     ('222222222', '1111122222', 1, 'Mau'),
16     ('333333333', '8888899999', 1, 'Mau'),
17     ('444444444', '6666677777', 0, 'Muito mau'),
18     ('555555555', '2222233333', 4, 'Bom'),
19     ('666666666', '2222233333', 5, 'Muito bom'),
20     ('777777777', '7777788888', 3, 'Razoável'),
21     ('888888888', '2222233333', 2, 'Mais ou menos'),
22     ('999999999', '6666677777', 5, 'Muito bom'),
23
24     ('000000000', '3333344444', 1, 'Mau'),
25     ('111111111', '1111122222', 0, 'Muito mau'),
26     ('222222222', '4444455555', 3, 'Razoável'),
27     ('333333333', '9999900000', 2, 'Mais ou menos'),
28     ('444444444', '9999900000', 2, 'Mais ou menos'),
29     ('555555555', '5555566666', 1, 'Mau'),
30     ('666666666', '7777788888', 5, 'Muito bom'),
31     ('777777777', '9999900000', 5, 'Muito bom'),
32     ('888888888', '7777788888', 4, 'Bom'),
33     ('999999999', '0000011111', 3, 'Razoável');
34 COMMIT;
```

9.7 Inserir na relação amigo

```
1  INSERT INTO amigo(NIF1, NIF2) VALUES
2      ('00000000', '11111111'),
3      ('00000000', '22222222'),
4      ('00000000', '33333333'),
5      ('00000000', '44444444'),
6      ('00000000', '55555555'),
7      ('00000000', '66666666'),
8      ('00000000', '77777777'),
9      ('00000000', '88888888'),
10
11     ('11111111', '00000000'),
12     ('22222222', '00000000'),
13     ('33333333', '00000000'),
14     ('44444444', '00000000'),
15     ('55555555', '00000000'),
16     ('66666666', '00000000'),
17     ('77777777', '00000000'),
18     ('88888888', '00000000'),
19
20     ('11111111', '22222222'),
21     ('22222222', '11111111'),
22     ('33333333', '44444444'),
23     ('44444444', '33333333'),
24     ('55555555', '66666666'),
25     ('66666666', '55555555'),
26     ('77777777', '88888888'),
27     ('88888888', '77777777'),
28     ('11111111', '55555555'),
29     ('22222222', '55555555'),
30     ('33333333', '88888888'),
31     ('44444444', '22222222'),
32     ('55555555', '11111111'),
33     ('55555555', '22222222'),
34     ('88888888', '33333333'),
35     ('22222222', '44444444');
36  COMMIT;
```

9.8 Inserir nas relações editora, encomenda e encomenda_livro

```
1 INSERT INTO editora(NIFed, NomeE, Email) VALUES
2     ('000000000', 'Porto Editora', 'portoeditora@gmail.com'),
3     ('111111111', 'LeYa', 'leya@gmail.com'),
4     ('222222222', 'Areal Editores', 'arealeditores@gmail.com'),
5     ('444444444', 'Texto Editora', 'textoeditora@gmail.com'),
6     ('999999999', 'Caminho', 'caminho@gmail.com'),
7     ('888888888', 'Raiz Editora', 'raizeditora@gmail.com'),
8     ('777777777', 'Edições ASA', 'edicoesasa@gmail.com'),
9     ('666666666', 'Livros Horizonte', 'livroshorizonte@gmail.com');
10 COMMIT;
```

```
1 INSERT INTO encomenda(NIFed, DataE, Valor) VALUES
2     ('000000000', '2024-01-15', 100.50),
3     ('111111111', '2024-01-31', 150.50),
4     ('222222222', '2024-02-02', 50.00);
5 COMMIT;
```

```
1 INSERT INTO encomenda_livro(ISBN, NIFed, DataE, NoExemplares) VALUES
2     ('0000011111', '000000000', '2024-01-15', 2),
3     ('2222233333', '000000000', '2024-01-15', 3),
4     ('4444455555', '111111111', '2024-01-31', 1),
5     ('1111122222', '222222222', '2024-02-02', 2);
6 COMMIT;
```

10 Perguntas: Expressões em Álgebra Relacional e SQL

10.a Quais são os leitores regulares?

Álgebra Relacional

$$\pi_{\text{NIF}, \text{NomeL}}(\sigma_{\text{TipoL} = \text{"Regular"}}(\text{leitor}))$$

PostgreSQL

```
1 | SELECT NIF, NomeL
2 | FROM leitor
3 | WHERE TipoL = 'Regular';
```

10.b Para cada género indique o título e autores dos livros.

Álgebra Relacional

$$\pi_{\text{Género}, \text{Título}, \text{NomeA}}(\text{generos} \bowtie \text{livros} \bowtie \text{autoria} \bowtie \text{autor})$$

PostgreSQL

```
1 | SELECT Genero, Titulo, NomeA
2 | FROM generos NATURAL INNER JOIN livros NATURAL INNER JOIN autoria
   | NATURAL INNER JOIN autor
3 | ORDER by Genero, Titulo;
```

10.c Para cada género indique o número de livros do género.

Álgebra Relacional

$$\text{Genero} \mathcal{G}_{\text{Count}(\text{ISBN}) \text{ as } n\text{Livros}}(\text{Generos})$$

PostgreSQL

```
1 | SELECT Genero, COUNT(ISBN) AS nLivros
2 | FROM generos
3 | GROUP BY Genero;
```


10.d Para cada leitor frequente indique o número de amigos.

Álgebra Relacional

$$amigosLFrequentes \leftarrow \pi_{NIF, NIF2 \text{ as } NIFamigo} \left(\sigma_{\substack{tipoL = \text{"Frequente"} \\ NIF = NIF1}} (leitor \times amigo) \right)$$

$$NIF \mathcal{G}_{Count(NIFamigo) \text{ as } nAmigos} (amigosLFrequentes)$$

PostgreSQL

```
1 WITH amigosLFrequentes as(  
2     SELECT NIF, NIF2 as NIFamigo  
3     FROM leitor, amigo  
4     WHERE NIF = NIF1 AND TipoL = 'Frequente'  
5 )  
6 SELECT NIF, COUNT(NIFamigo) AS nAmigos  
7 FROM amigosLFrequentes  
8 GROUP BY NIF;
```

10.e Para cada livro indique o número de exemplares encomendados na semana 3 do ano 2024.

Álgebra Relacional

$$\pi_{ISBN, NoExemplares} (\sigma_{DataE \geq \text{"2024-01-15"} \wedge DataE \leq \text{"2024-01-21"}}(encomenda_livro))$$

PostgreSQL

```
1 SELECT ISBN, NoExemplares  
2 FROM encomenda_livro  
3 WHERE DataE BETWEEN '2024-01-15' AND '2024-01-21';
```

10.f Para cada leitor indique todos os alugueres que fez: título do livro, semana, ano e valor a pagar.

Álgebra Relacional

$$\pi_{NIF, \text{Título}, \text{Semana}, \text{Ano}, \text{Valor}} (\text{alugar} \bowtie \text{exemplar} \bowtie \text{livros})$$

PostgreSQL

```
1 | SELECT NIF, Título, Semana, Ano, Valor
2 | FROM alugar NATURAL INNER JOIN exemplar NATURAL INNER JOIN livros
3 | ORDER BY NIF, Ano, Semana;
```

10.g Para cada livro indique todos os alugueres, leitor, semana, ano, valor a pagar

Álgebra Relacional

$$\pi_{ISBN, NIF, \text{Semana}, \text{Ano}, \text{Valor}} (\text{alugar} \bowtie \text{exemplar})$$

PostgreSQL

```
1 | SELECT ISBN, NIF, Semana, Ano, Valor
2 | FROM alugar NATURAL INNER JOIN exemplar
3 | ORDER BY ISBN, Ano, Semana;
```

10.h Para cada leitor indique o valor em dívida e o valor pago no final da semana 4.

Álgebra Relacional

$$\text{leitor_n_alugaram} \leftarrow \pi_{NIF} (\text{leitor}) - \pi_{NIF} (\text{alugar})$$

$$\text{valores_mes1} \leftarrow \pi_{NIF, \text{Valor}} \left(\left(\sigma_{\substack{\text{semana} \geq 1 \\ \wedge \\ \text{semana} \leq 4 \\ \wedge \\ \text{Ano} = 2024}} (\text{alugar}) \right) \cup \Pi_{NIF, \substack{0.0 \text{ as } \text{Valor}}} (\text{leitor_n_alugaram}) \right)$$

$$\text{divida_s_mens} \leftarrow NIF \mathcal{G}_{Sum(\text{Valor}) \text{ as } VsMens} (\text{valores_mes1})$$

$$\text{divida_c_mens} \leftarrow \Pi_{NIF, (VsMens + mensalidade) \text{ as } Vdivida} (\text{divida_s_mens} \bowtie \text{leitor} \bowtie \text{tipoLeitor})$$

$$\pi_{NIF, Vdivida, \text{Valor} \text{ as } Vpago} (\sigma_{mes = 2 \wedge Ano = 2024} (\text{divida_c_mens} \bowtie \text{pagamento}))$$

PostgreSQL

```
1 WITH valores_mes1 as (  
2     SELECT NIF, Valor  
3     FROM alugar  
4     WHERE Semana >= 1 AND Semana <= 4 AND Ano = 2024  
5  
6     UNION ALL  
7  
8     Select NIF, 0.0 AS Valor  
9     FROM leitor as l  
10    Where NIF NOT IN (SELECT NIF FROM alugar)  
11 ),  
12 valor_em_divida_sem_mensalidade as (  
13     SELECT NIF, SUM(Valor) as ValorSemMensalidade  
14     FROM valores_mes1  
15     GROUP BY NIF  
16 ),  
17 valor_em_divida_com_mensalidade as (  
18     SELECT NIF, (ValorSemMensalidade + Mensalidade) as  
19         ValorComMensalidade  
20     FROM valor_em_divida_sem_mensalidade NATURAL INNER JOIN leitor  
21         NATURAL INNER JOIN tipoLeitor  
22 )  
23 SELECT NIF, ValorComMensalidade AS ValoremDivida, Valor as ValorPago  
24 FROM valor_em_divida_com_mensalidade NATURAL INNER JOIN Pagamento  
25 WHERE Mes = 2 AND Ano = 2024;
```

10.i Indique todas avaliações do Memorial do Convento, leitor, estrelas e comentários.

Álgebra Relacional

$$\pi_{NIF, Estrelas, Comentário}(\sigma_{Título = "Memorial do Convento"}(avalia \bowtie livros))$$

PostgreSQL

```
1 | SELECT NIF, Estrelas, Comentario
2 | FROM avalia NATURAL INNER JOIN livros
3 | WHERE titulo = 'Memorial do Convento';
```

10.j Que leitores são amigos de leitores que avaliaram livros do género mistério e fantasia?

Álgebra Relacional

$$livros_mist_fant \leftarrow \pi_{g1.ISBN} \left(\sigma_{\substack{g1.ISBN = g2.ISBN \\ g1.genero = "mistério" \\ g2.genero = "fantasia"}} (generos\ as\ g1 \times generos\ as\ g2) \right)$$

$$leitoreslivrosMF \leftarrow \pi_{NIF} (avalia \bowtie livros_mist_fant)$$

$$\pi_{NIF2} (\sigma_{NIF1 = NIF}(amigo \times leitoreslivrosMF))$$

PostgreSQL

```
1 | WITH livros_misterio_fantasia as(
2 |     SELECT g1.ISBN
3 |     FROM generos as g1, generos as g2
4 |     WHERE g1.ISBN = g2.ISBN AND g1.Genero = 'mistério' AND g2.Genero =
      'fantasia'
5 | ),
6 | leitoreslivrosMF as(
7 |     SELECT NIF
8 |     FROM livros_misterio_fantasia NATURAL INNER JOIN avalia
9 | )
10 | SELECT DISTINCT NIF2
11 | FROM leitoreslivrosMF, amigo
12 | WHERE NIF1 = NIF;
```

10.k Que leitores alugaram mais de 10 livros nas 4 primeiras semanas de 2024?

Álgebra Relacional

$$nLivrosSem1_4 \leftarrow \pi_{NIF, IdExemplar}(\sigma_{semana \geq 1 \wedge semana \leq 4 \wedge Ano=2024}(alugar))$$
$$nEx_alugados \leftarrow NIF \mathcal{G}_{Count(IdExemplar)} as nAlugados (nLivrosSem1_4)$$
$$\pi_{NIF}(\sigma_{nAlugados > 10}(nEx_alugados))$$

PostgreSQL

```
1 WITH nlivros as (  
2   SELECT NIF, IdExemplar  
3   FROM alugar  
4   WHERE Semana >= 1 AND Semana <= 4 AND Ano = 2024  
5 )  
6 SELECT NIF, COUNT(IdExemplar) as c  
7 FROM nlivros  
8 GROUP BY NIF  
9 HAVING COUNT(IdExemplar) > 10;
```

10.l Que livros foram avaliados com uma média de estrelas superior a 3?

Álgebra Relacional

$$avgStars \leftarrow ISBN \mathcal{G}_{avg(estrelas)} as media_estrelas (avalia)$$
$$\pi_{ISBN, media_estrelas}(\sigma_{media_estrelas > 3}(avgStars))$$

PostgreSQL

```
1 SELECT ISBN, AVG(Estrelas) as MediaEstrelas  
2 FROM avalia  
3 GROUP BY ISBN  
4 HAVING AVG(Estrelas) > 3;
```

10.m Que leitores frequentes nunca alugaram o 'Memorial do Convento'?

Álgebra Relacional

$$leitoresAmemorial \leftarrow \pi_{NIF}(\sigma_{Título="Memorial do Convento"}(alugar \bowtie exemplar \bowtie livros))$$
$$\pi_{NIF}(\sigma_{TipoL = "Frequente"}(leitor)) - \pi_{NIF}(leitoresAmemorial)$$

PostgreSQL

```
1 CREATE VIEW leitores_alugaram_memorial as(  
2     SELECT NIF  
3     FROM alugar NATURAL INNER JOIN exemplar NATURAL INNER JOIN livros  
4     WHERE Titulo = 'Memorial do Convento'  
5 );  
6  
7 SELECT NIF  
8 FROM leitor  
9 WHERE TipoL = 'Frequente'  
10  
11 EXCEPT  
12  
13 SELECT NIF  
14 FROM leitores_alugaram_memorial;
```

10.n Qual é o leitor que alugou mais livros na semana 4?

Álgebra Relacional

$$livros_alugados_sem4 \leftarrow \pi_{NIF, IdExemplar} (\sigma_{semana = 4 \wedge ano = 2024} (alugar))$$
$$contagem_sem4 \leftarrow NIF \mathcal{G}_{Count(IdExemplar)} \text{ as } c (livros_alugados_sem4)$$
$$l_n_alugaram_mais \leftarrow \pi_{cs1.NIF} \left(\sigma_{cs1.c < cs2.c} \left(\begin{matrix} contagem_sem4 \text{ as } cs1 \\ \times \\ contagem_sem4 \text{ as } cs2 \end{matrix} \right) \right)$$
$$\pi_{NIF} (alugados_sem4) - \pi_{NIF} (l_n_alugaram_mais)$$

PostgreSQL

```
1 WITH livros_alugados_sem4 as(  
2     SELECT NIF, IdExemplar  
3     FROM alugar  
4     WHERE Semana = 4 AND Ano = 2024  
5 ),  
6     contagem_sem4 as(  
7     SELECT NIF, COUNT(IdExemplar) as c  
8     FROM livros_alugados_sem4  
9     GROUP BY NIF  
10 ),  
11     leitores_que_nao_alugaram_mais as(  
12     SELECT c1.NIF  
13     FROM contagem_sem4 as c1, contagem_sem4 as c2  
14     WHERE c1.c < c2.c  
15 )  
16 SELECT NIF  
17 FROM livros_alugados_sem4  
18  
19 EXCEPT  
20  
21 SELECT NIF  
22 FROM leitores_que_nao_alugaram_mais;
```

10.o Qual é o livro que foi mais alugado nas primeiras 8 semanas de 2024?

Álgebra Relacional

$$Alug8sem \leftarrow \pi_{ISBN, IdExemplar}(\sigma_{semana \geq 1 \wedge semana \leq 8 \wedge Ano=2024}(alugar \bowtie exemplar))$$
$$nAlug8sem \leftarrow ISBN \mathcal{G}_{Count(IdExemplar) \text{ as } c} (Alug8sem)$$
$$livrosNmaisAlug \leftarrow \pi_{no1.ISBN} (\sigma_{no1.c < no2.c} (nAlug8sem \text{ as } no1 \times nAlug8sem \text{ as } no2))$$
$$\pi_{ISBN} (Alug8sem) - \pi_{ISBN} (livrosNmaisAlug)$$

PostgreSQL

```
1 WITH livros_alugados_8sem as (  
2     SELECT ISBN, IdExemplar  
3     FROM alugar NATURAL INNER JOIN exemplar  
4     WHERE Semana >= 1 AND Semana <= 8 AND Ano = 2024  
5 ),  
6 livros_count_8sem as (  
7     SELECT ISBN, COUNT(IdExemplar) as c  
8     FROM livros_alugados_8sem  
9     GROUP BY ISBN  
10 ),  
11 livros_nao_foram_mais_alugados as(  
12     SELECT c1.ISBN  
13     FROM livros_count_8sem as c1, livros_count_8sem as c2  
14     WHERE c1.c < c2.c  
15 )  
16  
17 SELECT ISBN  
18 FROM livros_alugados_8sem  
19  
20 EXCEPT  
21  
22 SELECT ISBN  
23 FROM livros_nao_foram_mais_alugados;
```


10.p Que leitores são amigos de todos os leitores que alugaram o "Memorial do Convento"?

Em álgebra relacional, quando se realiza a operação de divisão, não é possível excluir o membro cujas amizades se estão a averiguar do conjunto de amizades, pelo que se considerou que a relação "amigo" contém a representação amigo de si próprio, de forma a obter os resultados esperados.

Álgebra Relacional

$$leitoresAmemorial \leftarrow \pi_{NIF}(\sigma_{Título="Memorial do Convento"}(alugar \bowtie exemplar \bowtie livros))$$
$$r \leftarrow \pi_{NIF1, NIF2 \text{ as } NIF}(Amigo)$$
$$s \leftarrow \pi_{NIF}(leitoresAmemorial)$$
$$r \div s$$

PostgreSQL

```
1 SELECT DISTINCT NIF
2 FROM leitor as l
3 WHERE NOT EXISTS(
4     SELECT NIF
5     FROM leitores_alugaram_memorial
6     WHERE NIF != l.NIF
7
8     EXCEPT
9
10    SELECT NIF2
11    FROM amigo
12    WHERE l.NIF = amigo.NIF1);
```

*Foi utilizada a *view* "leitores_alugaram_memorial" criada na alínea 10.(m)

10.q Que leitores não têm amigos?

Álgebra Relacional

$$\pi_{NIF} (leitor) - \pi_{NIF1 \text{ as } NIF} (amigo)$$

PostgreSQL

```

1 | SELECT NIF
2 | FROM leitor
3 | WHERE NIF NOT IN (SELECT NIF1 FROM amigo);

```

10.r Que leitores têm os pagamentos em dia?

Para esta pergunta considerou-se que se está no início de Março de 2024. Assim os pagamentos são relativos aos alugueres do mês de Fevereiro e à mensalidade de Março.

Álgebra Relacional

$$leitor_n_alugaram \leftarrow \pi_{NIF} (leitor) - \pi_{NIF} (alugar)$$

$$valores_mes2 \leftarrow \pi_{NIF, Valor} \left(\begin{array}{l} \sigma_{\substack{semana \geq 5 \\ \wedge \\ semana \leq 8 \\ \wedge \\ Ano = 2024}} (alugar) \end{array} \right) \cup \Pi_{0.0 \text{ as } Valor}^{NIF} (leitor_n_alugaram)$$

$$divida_s_mens \leftarrow \Pi_{NIF \mathcal{G}_{Sum(Valor) \text{ as } VsMens}} (valores_mes2)$$

$$divida_c_mens \leftarrow \Pi_{NIF, \left(\begin{array}{l} VsMens \\ + \\ mensalidade \\ - \\ pagamento.Vlor \end{array} \right) \text{ as } Vdivida} \left(\sigma_{Mes=3 \wedge Ano=2024} \left(\begin{array}{l} divida_s_mens \\ \bowtie \\ leitor \\ \bowtie \\ tipoLeitor \\ \bowtie \\ pagamento \end{array} \right) \right)$$

$$\pi_{NIF} (\sigma_{ValorT = 0} (divida_c_mens))$$

PostgreSQL

```
1 WITH valores_mes_atual as (  
2     SELECT NIF, Valor  
3     FROM alugar  
4     WHERE Semana >= 5 AND Semana <= 8 AND Ano = 2024  
5  
6     UNION ALL  
7  
8     Select NIF, 0.0 AS Valor  
9     FROM leitor as l  
10    Where NIF NOT IN (SELECT NIF FROM alugar)  
11 ),  
12 valor_em_divida_sem_mensalidade as (  
13     SELECT NIF, SUM(Valor) as ValorSemMensalidade  
14     FROM valores_mes_atual  
15     GROUP BY NIF  
16 ),  
17 valor_em_divida_com_mensalidade as (  
18     SELECT NIF, (ValorSemMensalidade + Mensalidade) as  
19         ValorComMensalidade  
20     FROM valor_em_divida_sem_mensalidade NATURAL INNER JOIN leitor  
21         NATURAL INNER JOIN tipoLeitor  
22 )  
23 SELECT NIF  
24 FROM valor_em_divida_com_mensalidade NATURAL INNER JOIN Pagamento  
25 WHERE Mes = 3 AND Ano = 2024 AND (Valor - ValorComMensalidade) = 0;
```

10.s Para cada livro indique o número total de exemplares encomendados?

Álgebra Relacional

$ISBN \mathcal{G}_{sum(NoExemplares) \text{ as } TotalExemplares} (encomenda_livro)$

PostgreSQL

```
1 | SELECT ISBN, SUM(NoExemplares) as TotalExemplares
2 | FROM encomenda_livro
3 | GROUP BY ISBN;
```

10.t Que livros já tiveram todos os seus exemplares alugados?

Álgebra Relacional

$n_alugados \leftarrow \pi_{IdExemplar} (exemplar) - \pi_{IdExemplar} (alugar)$

$livros_n_alugados \leftarrow \pi_{ISBN} (n_alugados \bowtie exemplar)$

$\pi_{ISBN} (livros) - \pi_{ISBN} (livros_n_alugados)$

PostgreSQL

```
1 | SELECT ISBN
2 | FROM livros as l
3 | WHERE NOT EXISTS(
4 |         SELECT IdExemplar
5 |         FROM exemplar
6 |         WHERE l.ISBN = exemplar.ISBN
7 |
8 |         EXCEPT
9 |
10 |        SELECT IdExemplar
11 |        FROM alugar);
```