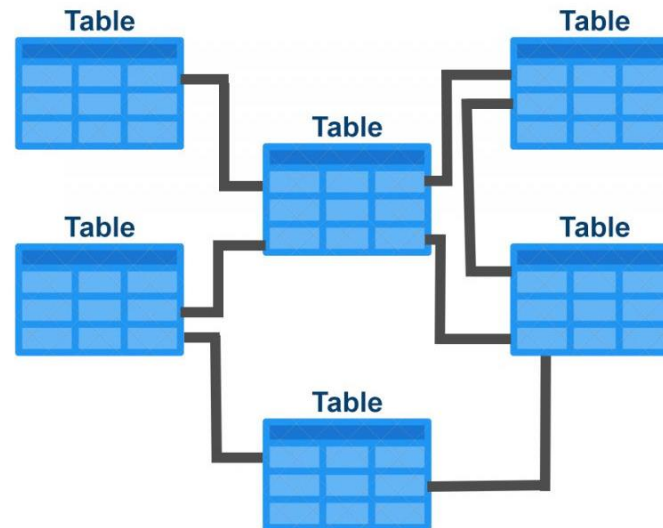




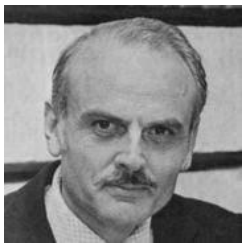
Bases de Dados Relacionais

doc v 1.15

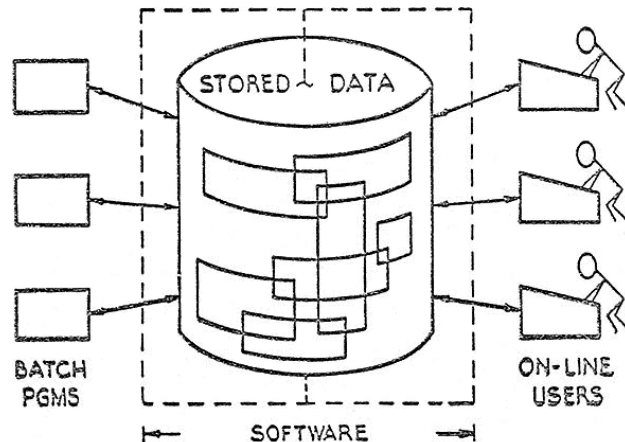


O Modelo Relacional

Apresentado originalmente em 1970 por Edgar F. Codd;



A DATABASE SYSTEM



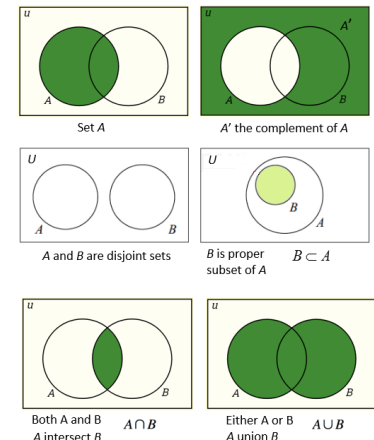
No Modelo Relacional a informação é representada através de relações, mais habitualmente designadas por tabelas;

Uma base de dados relacional é um conjunto de relações / tabelas:



Tem por base a teoria dos conjuntos.

As relações são teorizadas como conjuntos:



Modelo Relacional

O **Modelo Relacional** é uma forma de estruturar informação através de **tabelas**.

Uma tabela é um **conjunto de registos** que se acede de uma forma lógica, independente a forma como é armazenada computacionalmente.

Para os utilizadores de uma BD relacional:

Não é relevante se o sistema armazena os dados em um ou vários ficheiros;

Não é relevante a ordem pela qual os registos são guardados; nem a ordem das colunas;

Não são relevantes as operações que o sistema realiza para aceder aos dados.

Uma tabela é um conjunto de linhas e de colunas que, em utilização corrente, pode ser manipulada através de 4 operações:

- **Inserir** linhas,
- **Ler** cruzamentos de linhas com colunas,
- **Alterar** valores já guardados,
- **Apagar** linhas.

Nestas operações, a tabela e as suas colunas são referidas pelos seus nomes.

Não pode ser assumida uma ordem pré-determinada pela qual os registos são mantidos e lidos de uma tabela.

Nem sequer pela ordem com que são introduzidos na tabela.

A visualização ordenada de um conjunto de registos tem que ser baseado na ordenação dos valores na(s) coluna(s) que o utilizador indicar. Se não indicar, os registos são listados de forma imprevisível.

Tabela

Tabela:
Alunos

Coluna ..., Atributo ou Campo

Nr	Nome	DataNasc	Morada	BI	...
...
46484	João Silva	24-3-1995	Av. República, ...	2525252	...
46485	Ana Santos	12-7-1996	Lg. de Camões, ...	5757373	...
46486	Carla Matos	14-5-1994	R. de Cima, ...	2636362	...
46487	José Pereira	null	R. de Baixo, ...	4844889	...
...

Linha

..., Registo,
Instância ou
Tuplo

Valor

Um valor não preenchido diz-se nulo
– *is null*.

Coluna / Atributo

Quando se cria uma coluna é possível indicar:

- O seu **tipo de dados**

int, char, varchar, date, time, ...

- Se é de preenchimento **obrigatório**

Not null (ou ***Mandatory, Required***);

- Se admite **valores repetidos**

Unique: não admite valores repetidos;

- O seu valor ***default*** (valor por omissão);

Exemplos de colunas:

- *Estado* **default 'Não aprovado'**
- *DataInscrição* **default today()**
(depende do sistema, pode ser: *getdate()*, *curdate()*, ...);
- *Início* **default now()**
(idem: *current_timestamp()*, ...);
- *NrCliente* **default auto increment**
(idem: *identity*, *serial*, ...);

Coluna (Atributo)

Int (Integer)
Not null
Unique

Varchar(100)
Not null

Date

Varchar(100)
Not null

Int
Not null
Unique

Tabela *Alunos*:

Nr	Nome	DataNasc	Morada	BI	...
...
46484	João Silva	24-3-1995	Av. República, ...	2525252	...
46485	Ana Santos	12-7-1996	Lg. de Camões, ...	5757373	...
46486	Carla Matos	14-5-1994	R. de Cima, ...	2636362	...
46487	José Pereira	<i>null</i>	R. de Baixo, ...	4844889	...
...



Chave Primária

Bases de Dados

Todas as tabelas têm de possuir uma **chave primária**.

Chave Primária: coluna (ou colunas) que permite(m) identificar cada linha de uma tabela.

Uma chave primária é de preenchimento obrigatório e não pode ter valores repetidos.

Primary Key = Unique + Not null

Tabela:
Alunos

PKey
ou **PK**

Possível como chave primária, pois todos os alunos têm um número e não há dois alunos com o mesmo número.

Nr	Nome	DataNasc	Morada	BI	...
...
46484	João Silva	24-3-1995	Av. República, ...	2525252	...
46485	Ana Santos	12-7-1996	Lg. de Camões, ...	5757373	...
46486	Carla Matos	14-5-1994	R. de Cima, ...	2636362	...
...

Chave Primária Composta

Se a chave primária incluir várias colunas, é o conjunto dos valores nessas colunas que não se pode repetir.

Tabela:
Lugares_Cinema

PK

Apenas o conjunto **{Fila, Lugar}** garante que identifiquemos cada linha.

Fila	Lugar	Ocupado
A	1	Sim
A	2	Sim
A	3	Não
B	1	Sim
B	2	Não
...

O âmbito de uma BD pode determinar as colunas da sua chave primária.

Exº: Tabela **Alunos**...

...se a BD irá guardar dados de uma faculdade apenas:

chave primária é **Nr** (de aluno);

...se guarda dados de várias faculdades:
chave primária é **Nr** e **Faculdade**;

PK

Nr	Faculdade	Nome	DataNasc	...
...
46484	ISCTE	João Silva	24-3-1995	...
46485	ISCTE	Ana Santos	12-7-1996	...
46484	FCUL	Sara Prata	14-5-1994	...
...

Números iguais

Chave Primária e Chave Alternativa

Por vezes, há várias possibilidades para chave primária – dizem-se **Chaves Candidatas**.

Uma é declarada como chave primária.

As outras ficam declaradas como *Unique* e *Not null*, dizendo-se **Chaves Alternativas**.

Diagram illustrating the relationship between candidate keys and primary/alternative keys:

- A cloud labeled **Chave Candidata** points to a box labeled **PK** (Primary Key).
- A box labeled **Unique Not null = Chave Alternativa** points to a cloud labeled **Chave Candidata**.

Tabela: Alunos

Nr	Nome	DataNasc	Morada	BI	...
...
46484	João Silva	24-3-1995	Av. República, ...	2525252	...
46485	Ana Santos	12-7-1996	Lg. de Camões, ...	5757373	...
46486	Carla Matos	14-5-1994	R. de Cima, ...	2636362	...
46487	José Pereira	null	R. de Baixo, ...	4844889	...
...

Chave Primária: critérios

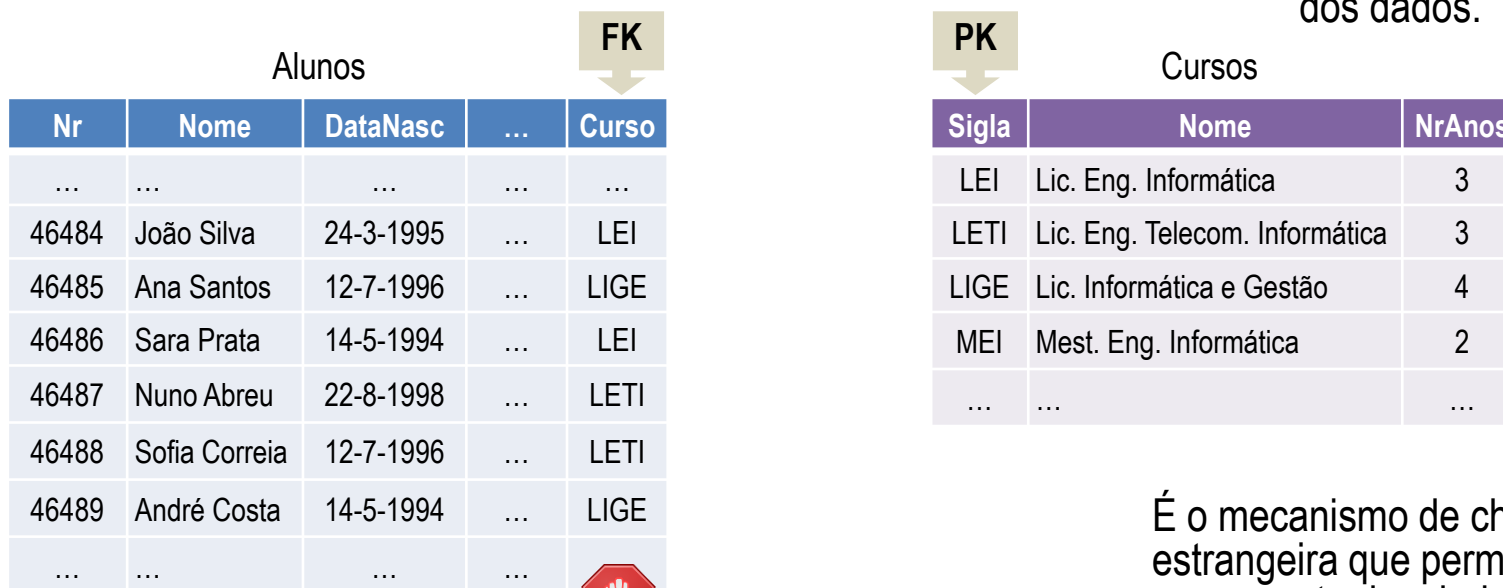
Critérios para escolha de uma chave primária

- Obrigatórios
 - Unicidade
 - Preenchimento obrigatório
- Outros
 - De valores numéricos
 - Apenas uma coluna

Chave Estrangeira

Chave Estrangeira (*Foreign Key, FK*): é uma coluna que só pode conter valores existentes na chave primária de uma outra tabela.

Os valores numa chave estrangeira **referenciam** → os valores numa chave primária ➡ Diz-se que a chave estrangeira é um mecanismo que garante a **integridade referencial** dos dados.



“Batata”, “IGE”, “L-IGE”

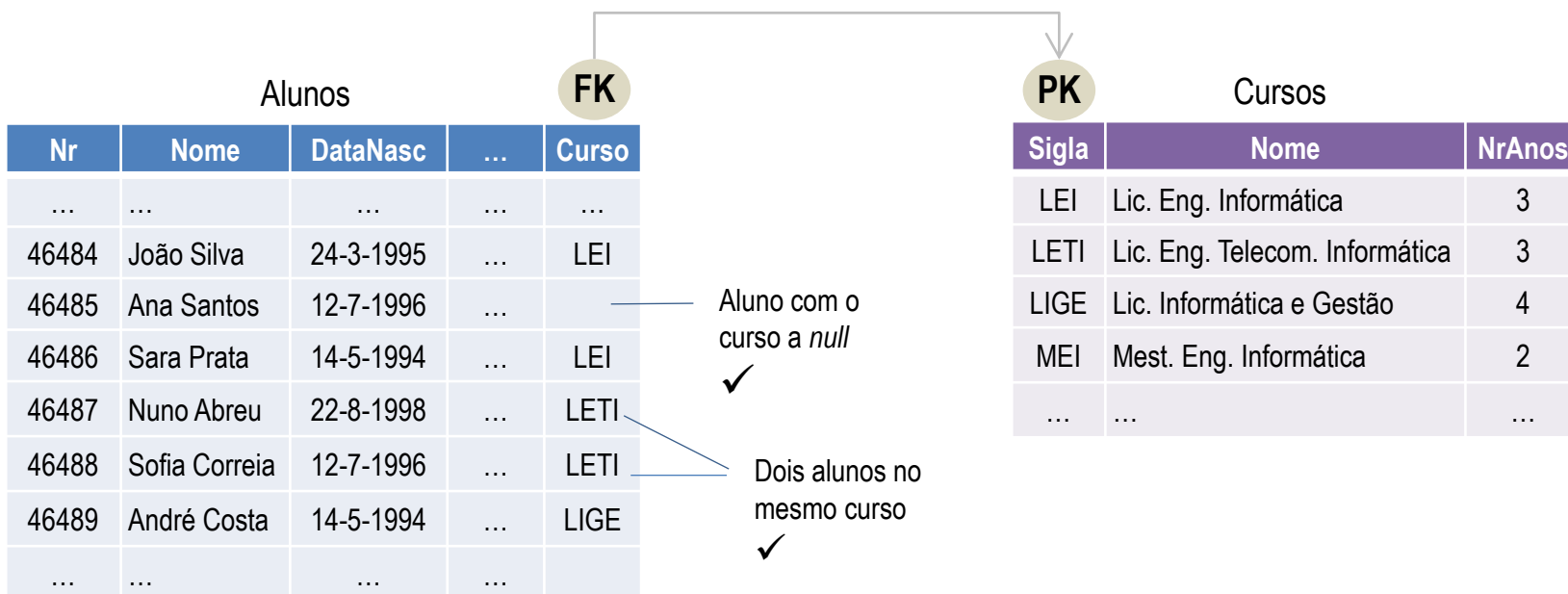
É o mecanismo de chave estrangeira que permitirá o cruzamento dos dados de uma tabela os da outra.

Chave Estrangeira



Uma chave estrangeira não é de preenchimento obrigatório, i.e., pode conter valores *null*.

Se quisermos que seja de preenchimento obrigatório, é necessário indicar que a coluna também é *Not null*.

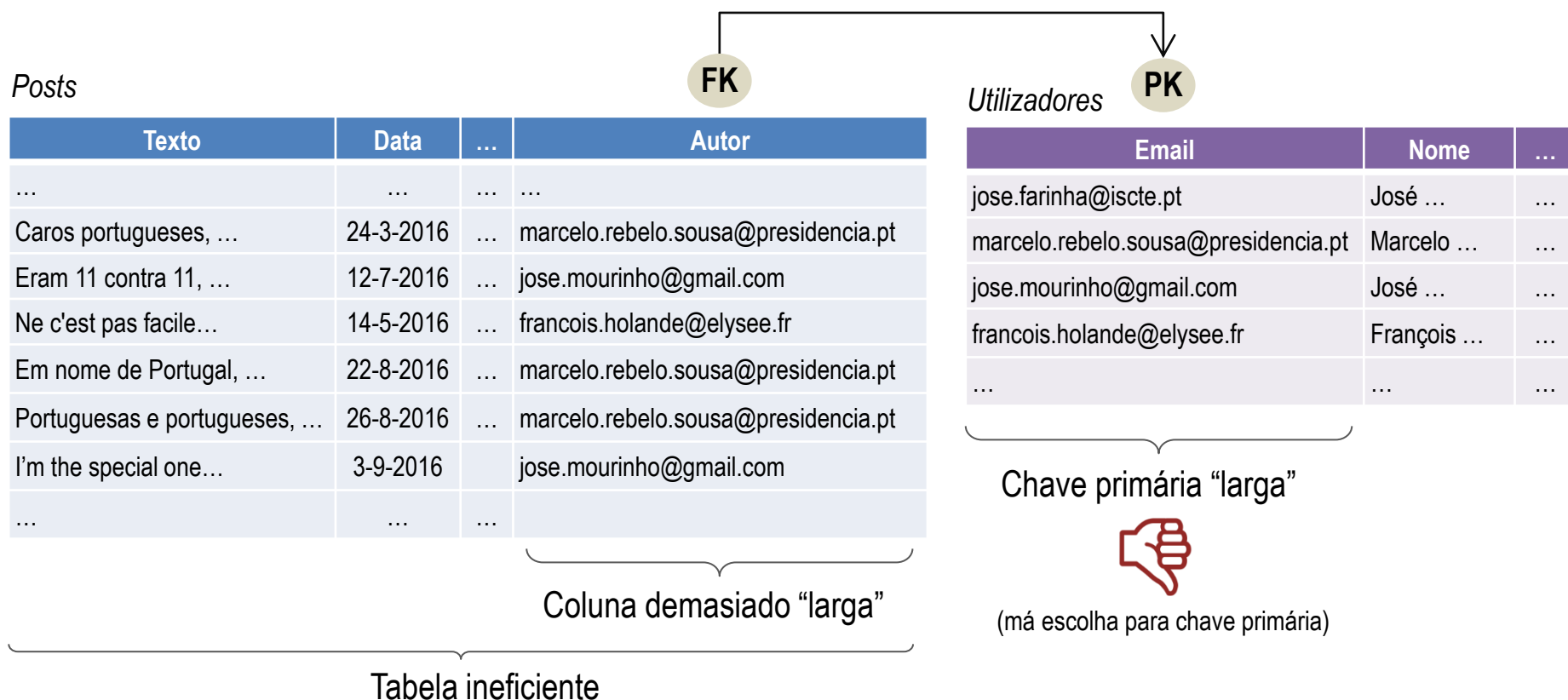


Uma chave estrangeira pode conter valores repetidos.

Se pretendermos que não tenha repetições, temos que indicar a coluna também como *Unique*.

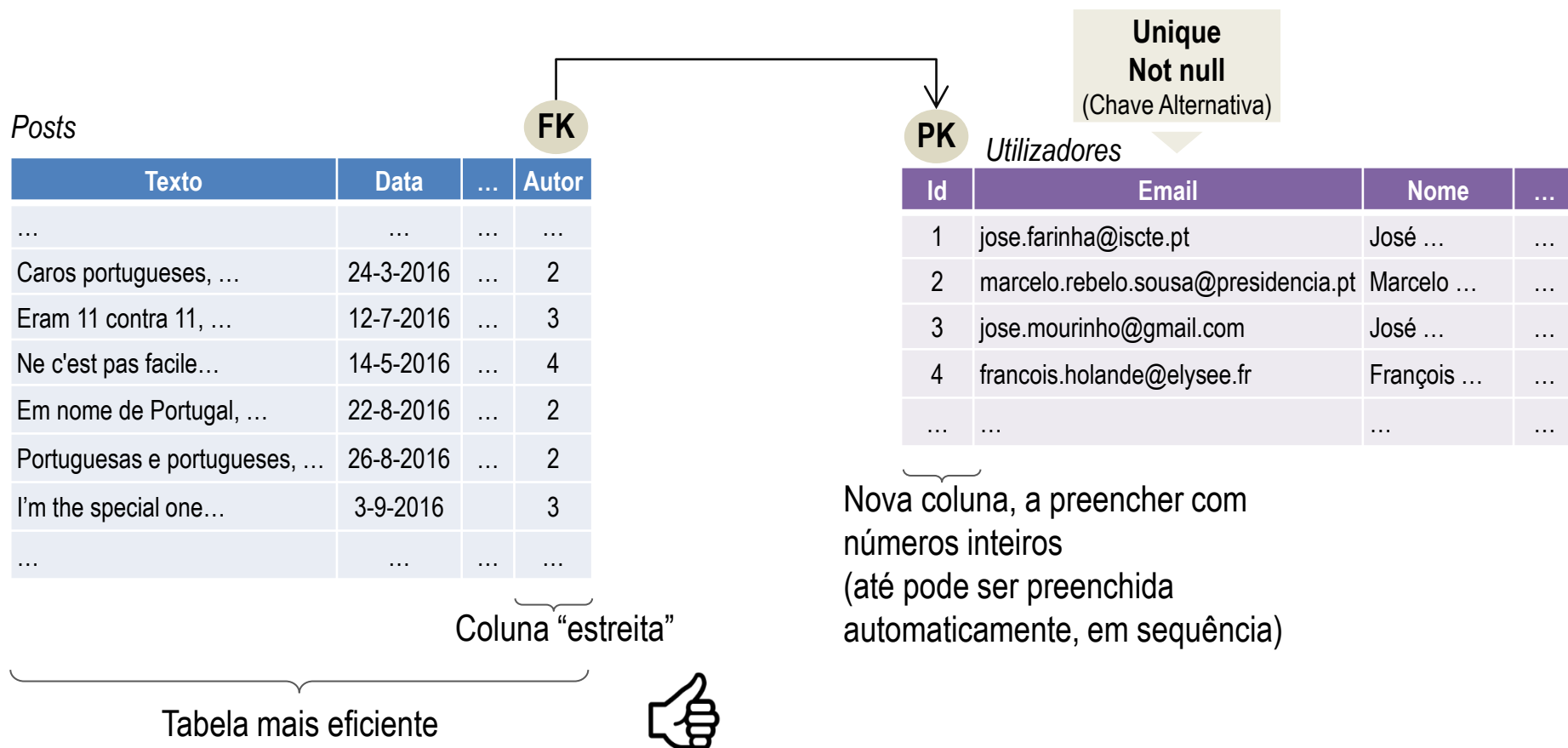
Chave Estrangeira

Chaves primárias com valores de grande dimensão dão origem a chaves estrangeiras ineficientes, que produzem tabelas grandes.



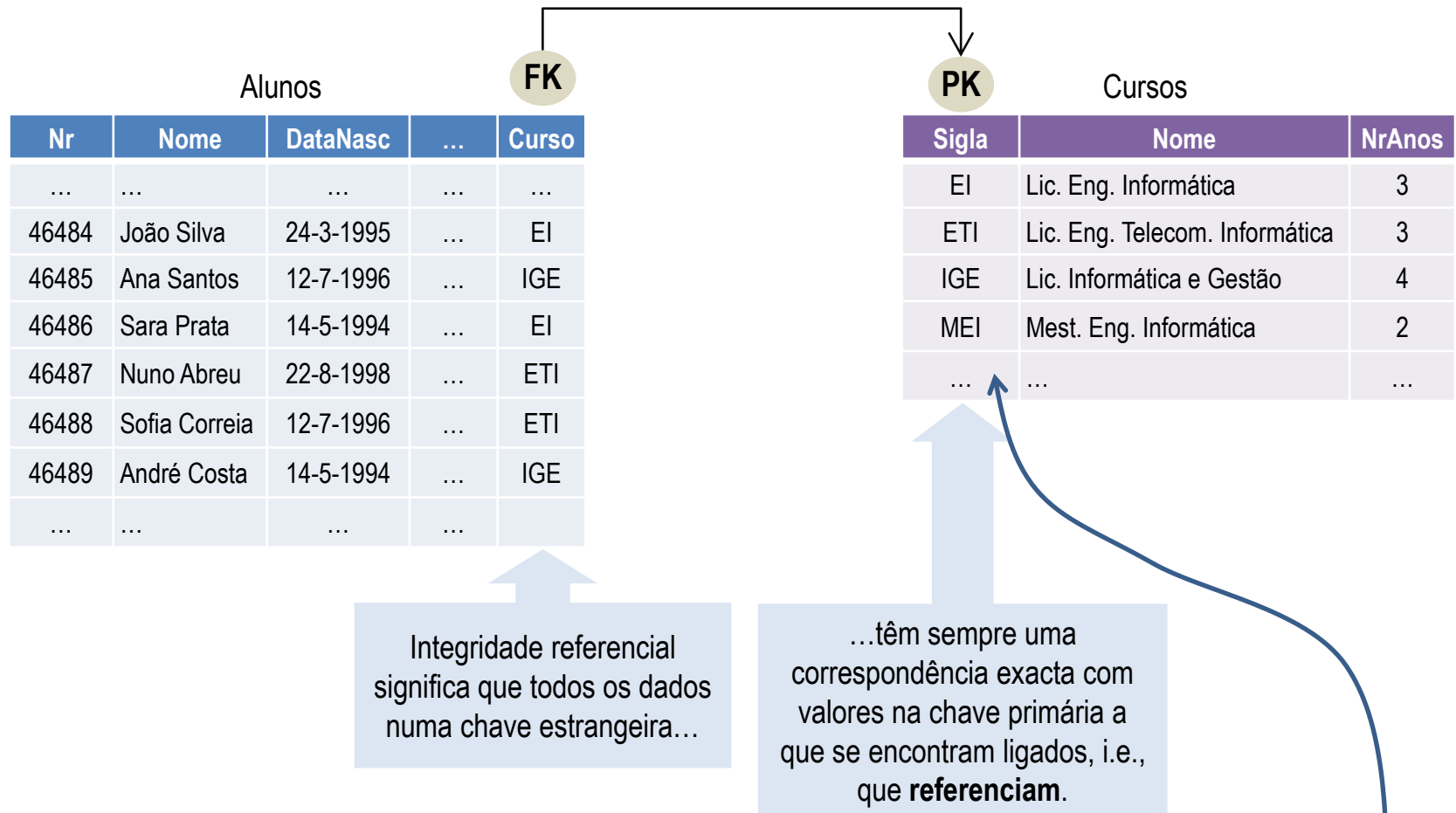
Chave Estrangeira

Chaves primárias devem ser coluna(s) com valores de pequena dimensão para que as respectivas chaves estrangeiras não sejam demasiado grandes.



Regras de Manutenção de Integridade Referencial

Bases de Dados

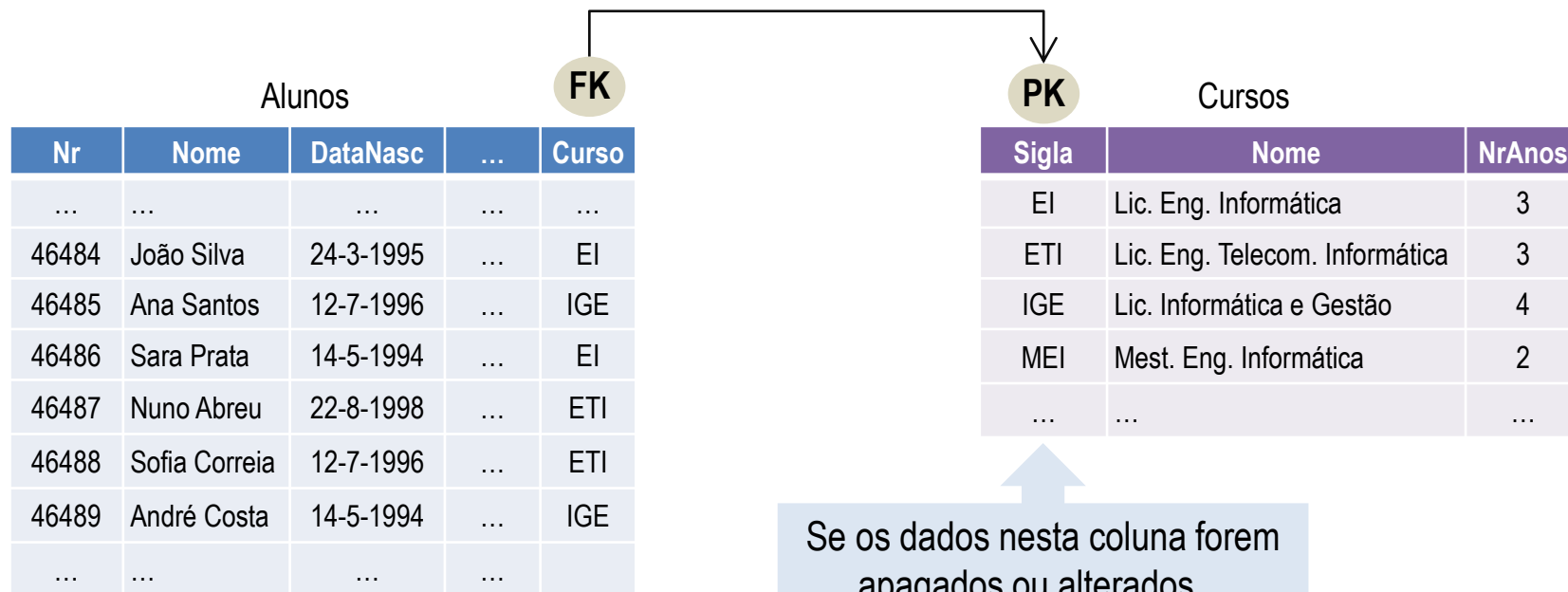


Tal como a integridade referencial é imposta sempre que se inserem valores na chave estrangeira, esse tipo de integridade tem que se manter, isto é, continuar a ser imposta, **depois** dessa verificação inicial.

Nomeadamente, se os valores na chave primária vierem a ser apagados ou alterados.

Regras de Manutenção de Integridade Referencial

Bases de Dados



...estes podem tornar-se inválidos

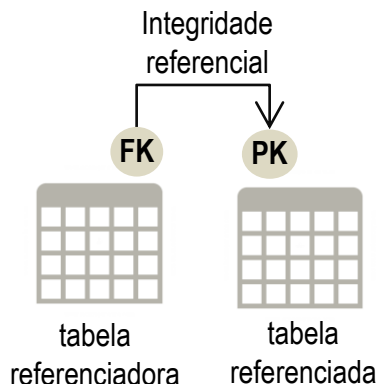
Os valores numa chave primária não podem ser apagados *per se*, por definição de chave primária – a base de dados não o permite. Mas o registo, como um todo, pode ser apagado. Nessa altura, é preciso verificar se há valores na chave estrangeira que irão ficar “órfãos”.

O mesmo se os valores de chave primária forem alterados.

O modelo relacional prevê a existência de mecanismos que impossibilitam o aparecimento de valores de chave estrangeira inválidos nestas situações. Dizem-se **regras de manutenção de integridade referencial**.

Regras de Manutenção de Integridade Referencial

Cenário:



PK Primary Key, chave primária.

FK Foreign Key, chave estrangeira.

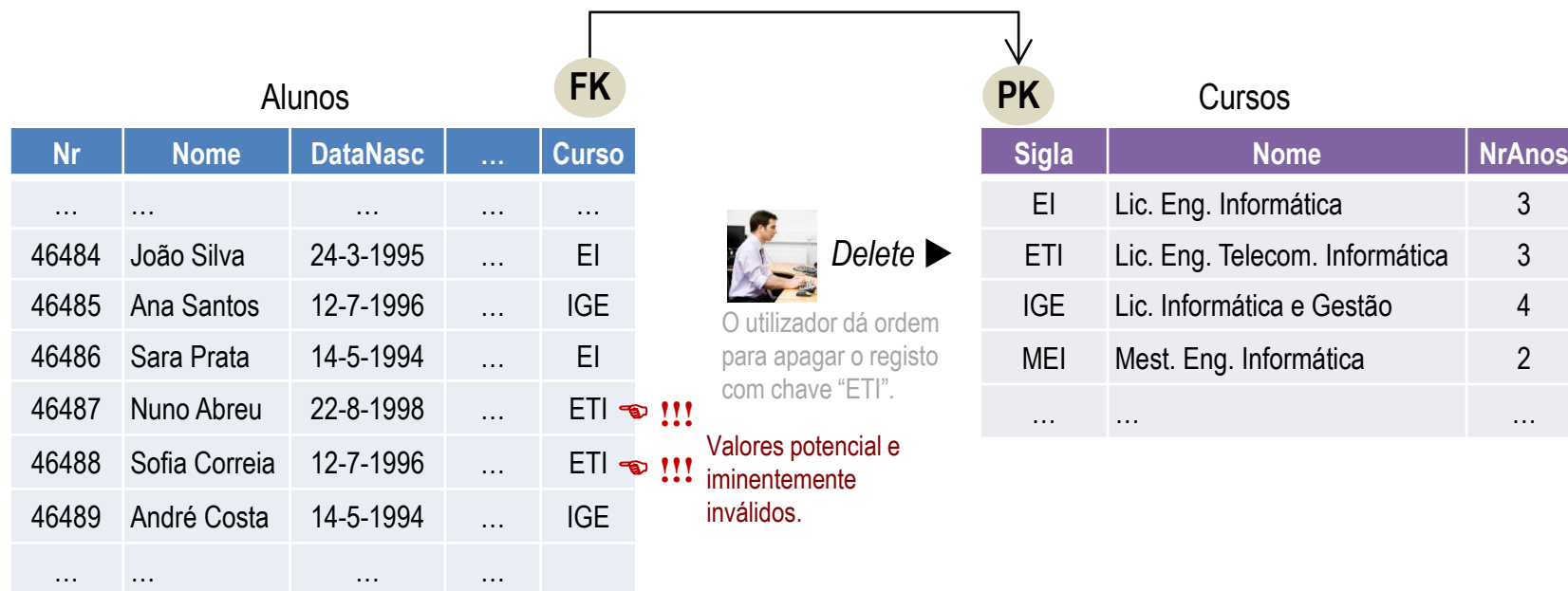
Reacções possíveis da chave estrangeira.
O desenhador da BD tem que escolher uma das três, para o *Delete* e para o *Update*.

Possibilidades para manutenção de integridade referencial:

Acções a vigiar, sobre a tabela referenciada (a que possui a chave primária).

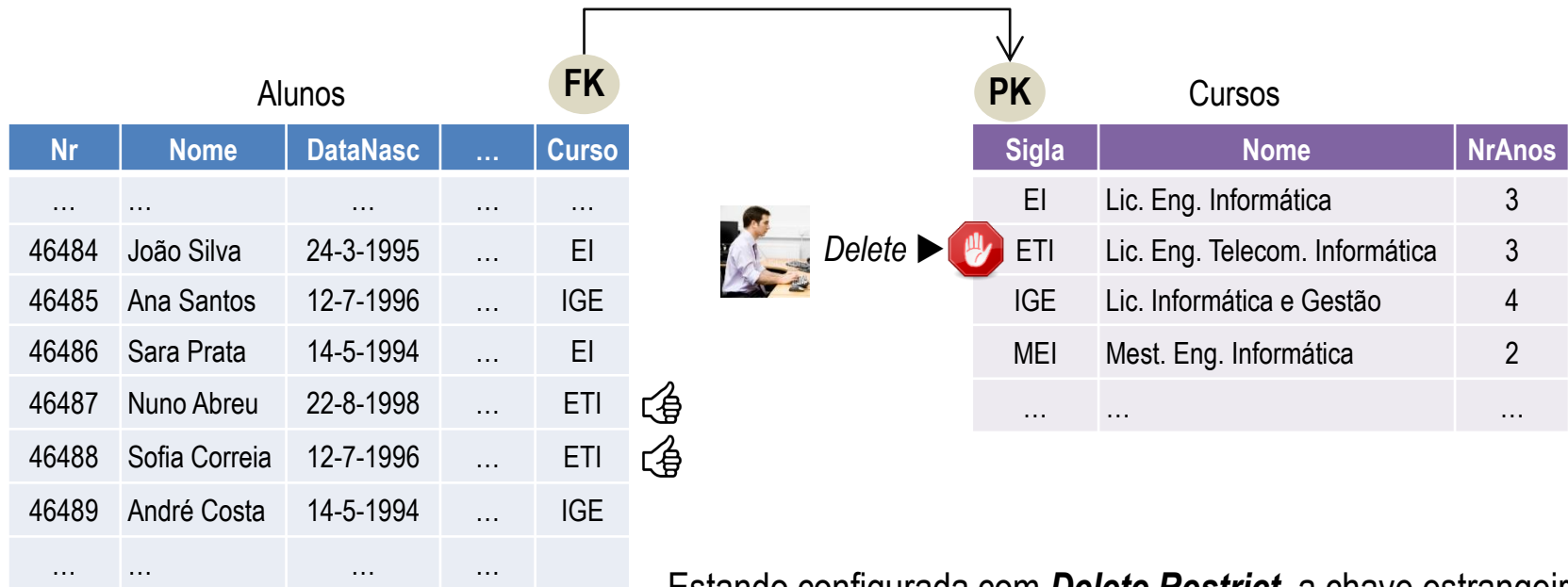
	<i>Restrict</i>	<i>Cascade</i>	<i>Set null</i>
Delete (Apagamento de um registo)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Update (Alteração de um valor de chave primária)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Delete ▶ Restrict (1)



(continua...)

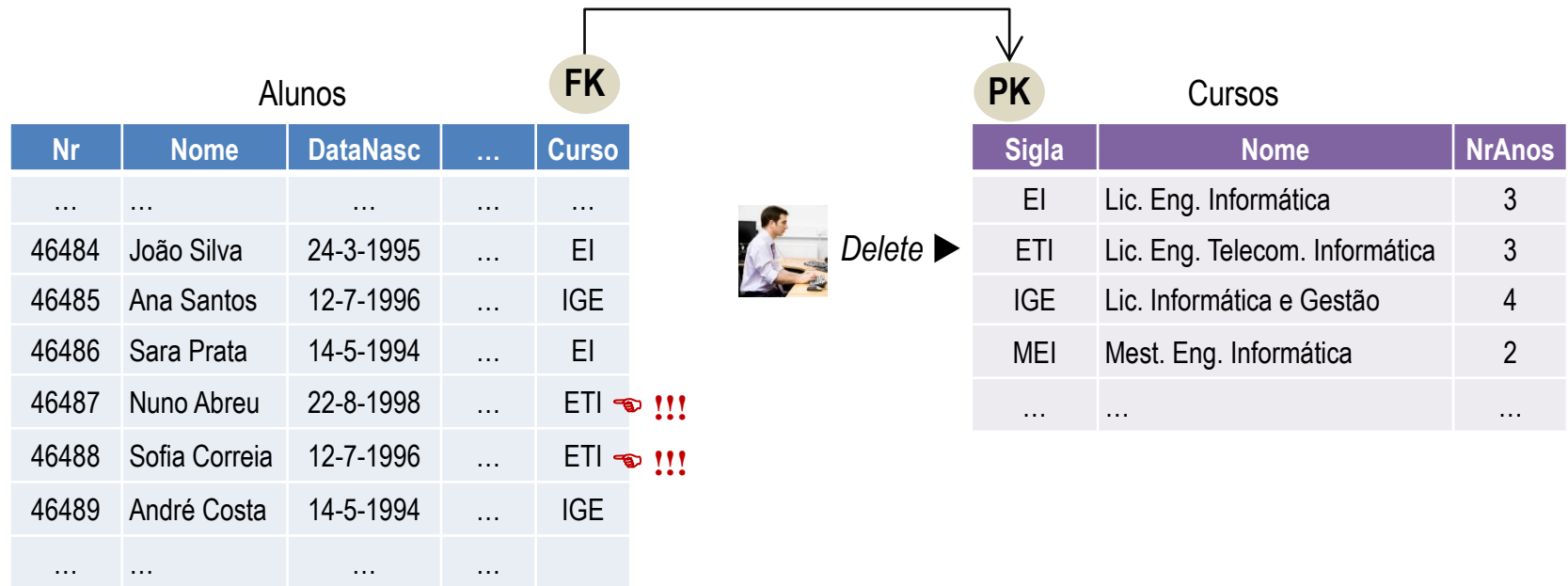
Delete Restrict (2)



Estando configurada com **Delete Restrict**, a chave estrangeira não deixa apagar um registo que esteja a ser referenciado.

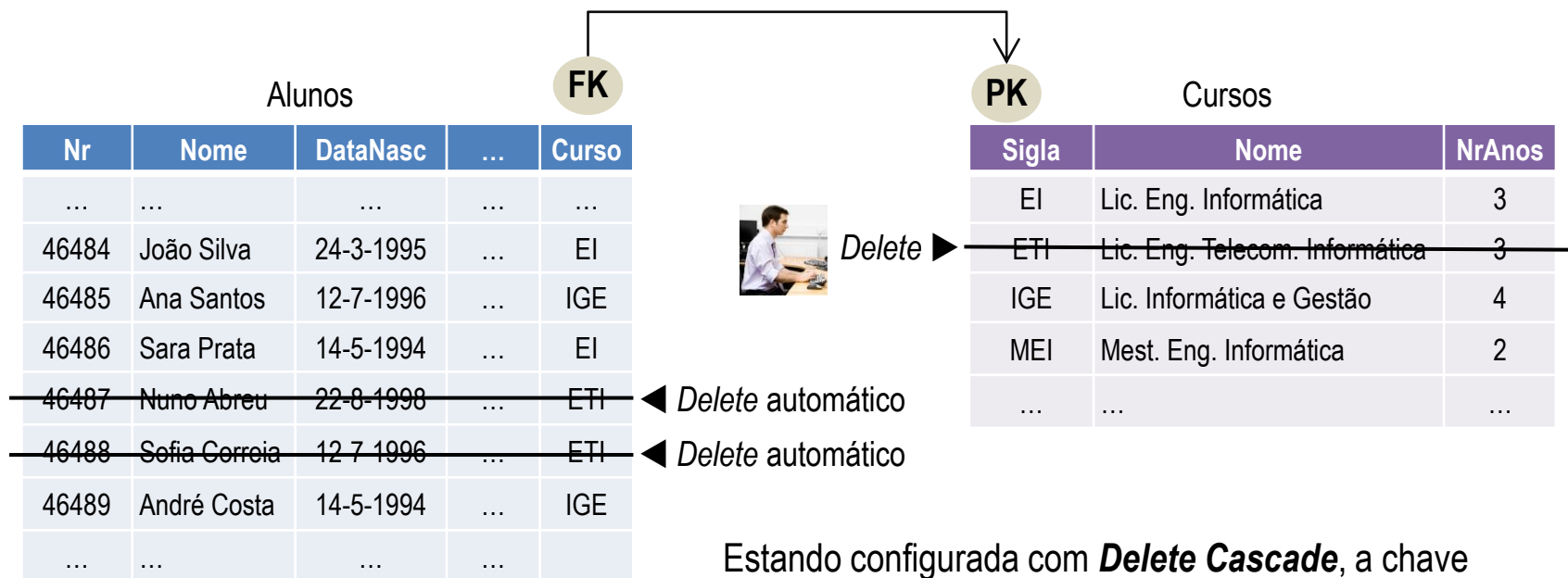
Integridade referencial preservada 👍

Delete ▶ Cascade (1)



(continua...)

Delete ▶ Cascade (2)

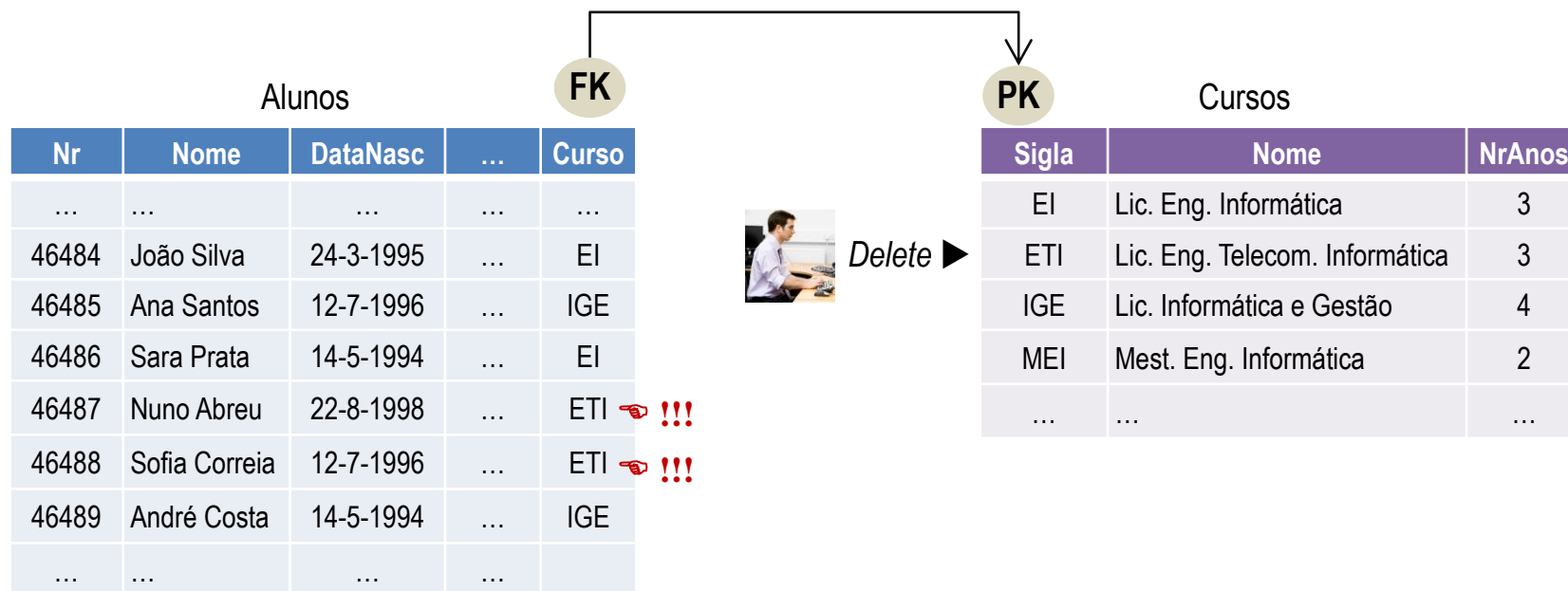


Estando configurada com **Delete Cascade**, a chave estrangeira apaga automaticamente todos os registos que referenciam o registo apagado.

Integridade referencial preservada 👍

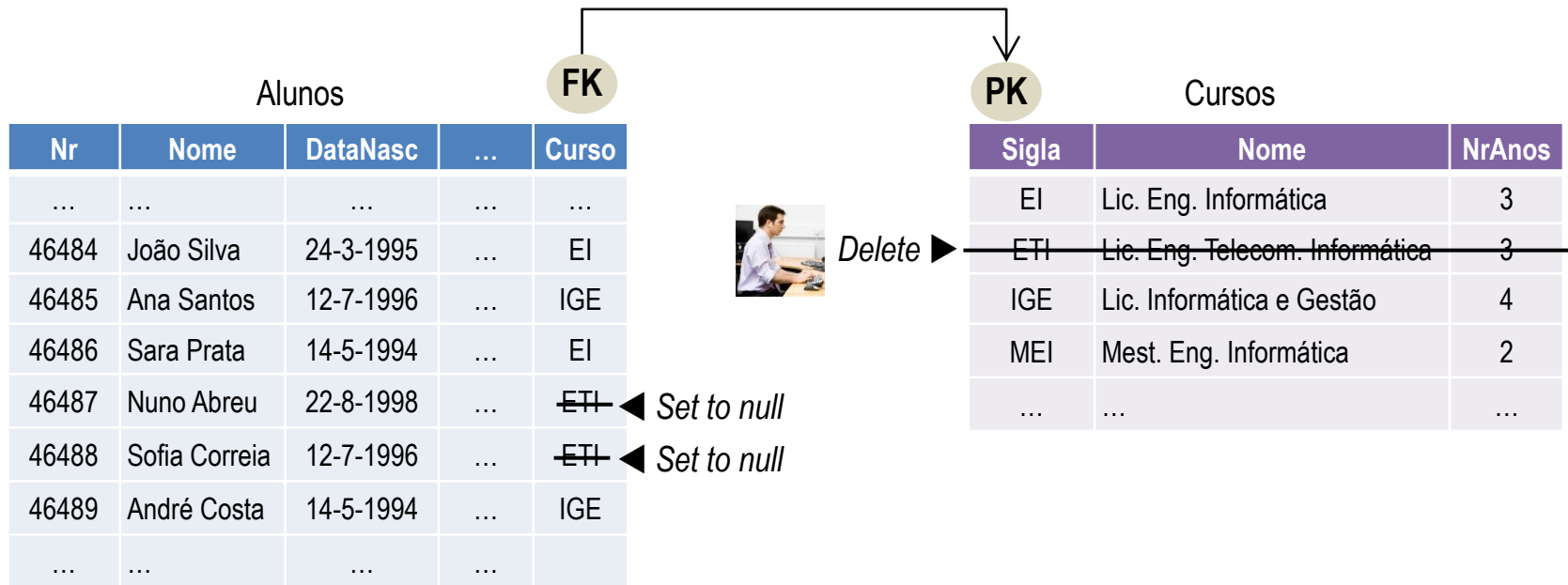
Delete ▶ Set Null ⁽¹⁾

Bases de Dados



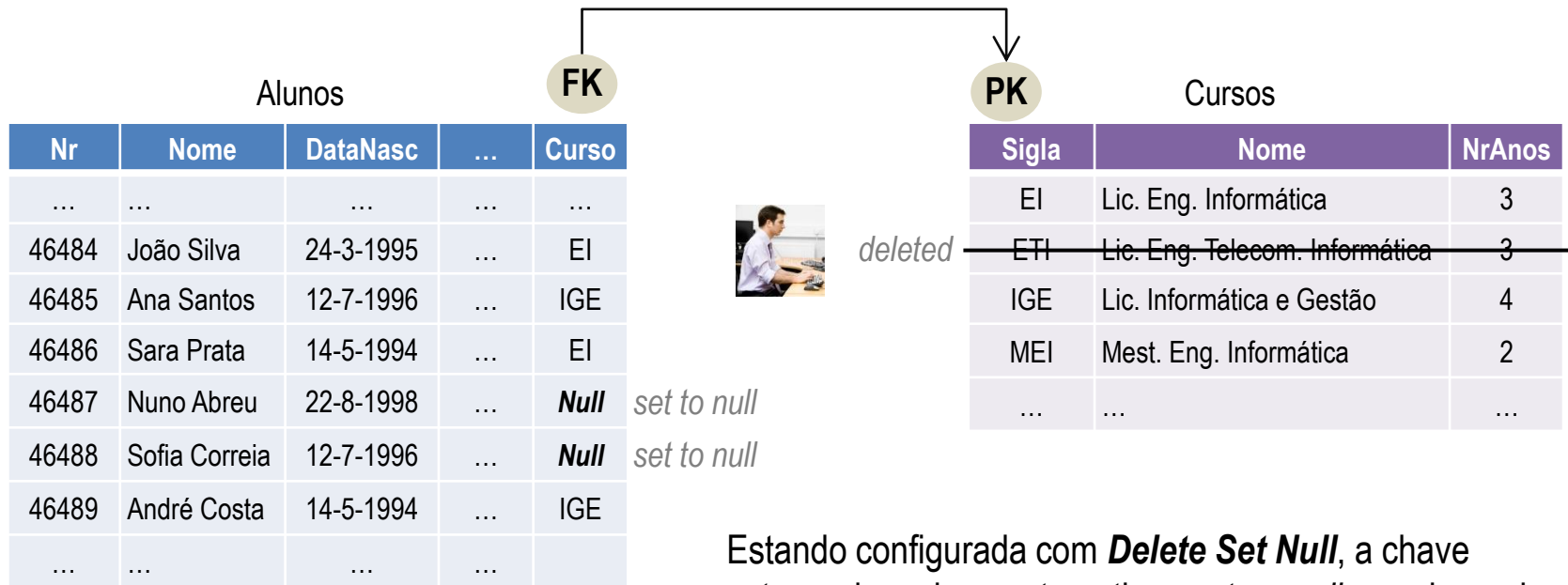
(continua...)

Delete ▶ Set Null (2)



(continua...)

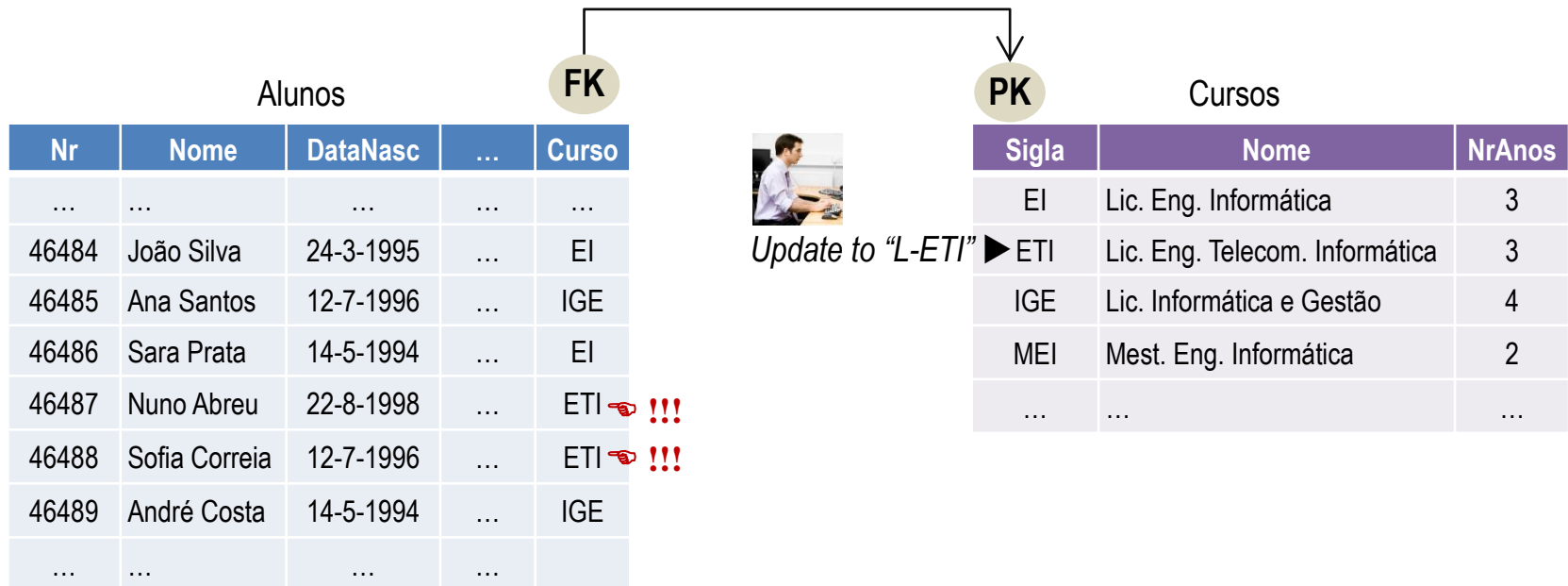
Delete ▶ Set Null (3)



Estando configurada com **Delete Set Null**, a chave estrangeira coloca automaticamente a *null* os valores de chave estrangeira que ligavam ao registo apagado.

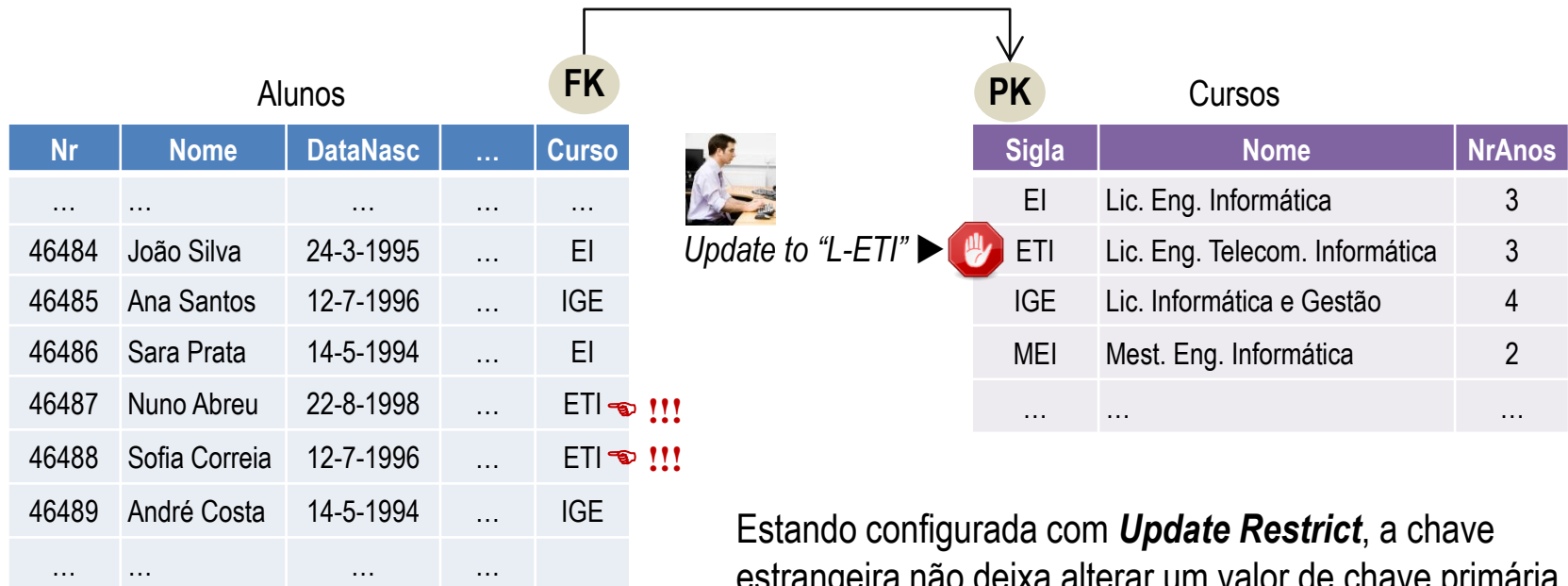
Integridade referencial preservada

Update ► Restrict (1)



(continua...)

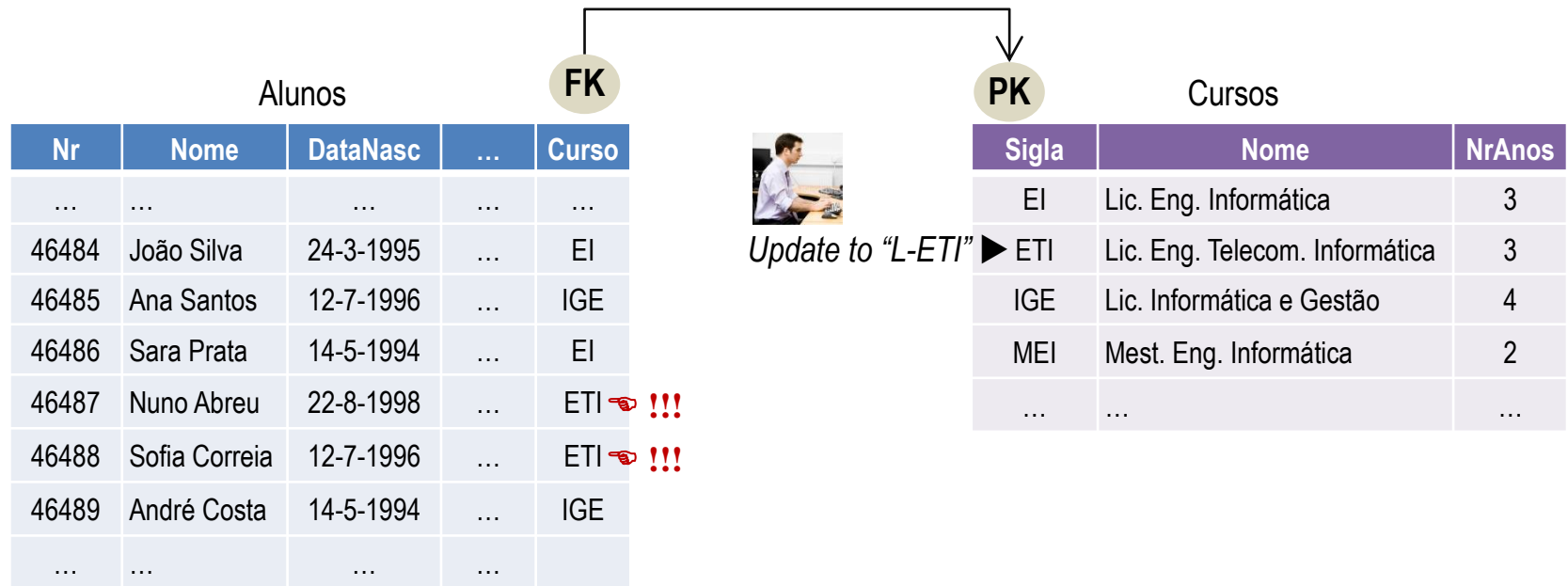
Update Restrict (2)



Estando configurada com **Update Restrict**, a chave estrangeira não deixa alterar um valor de chave primária que esteja a ser referenciado.

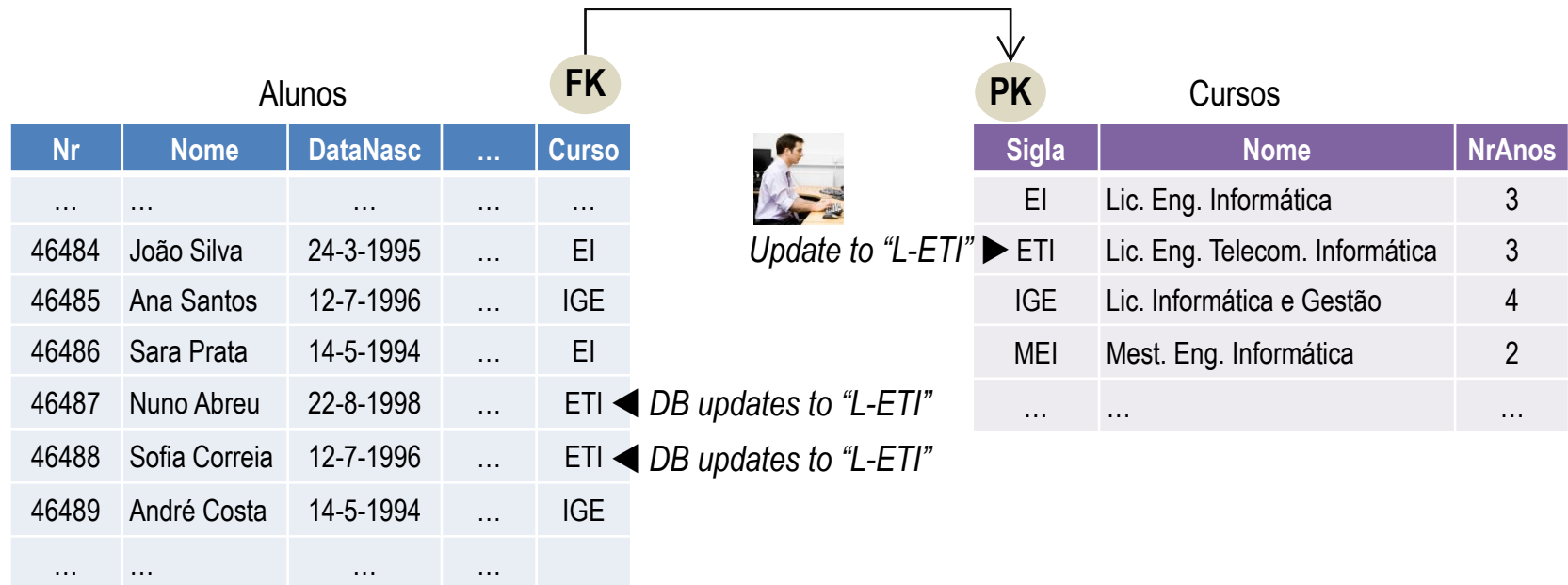
Integridade referencial preservada

Update ► Cascade (1)



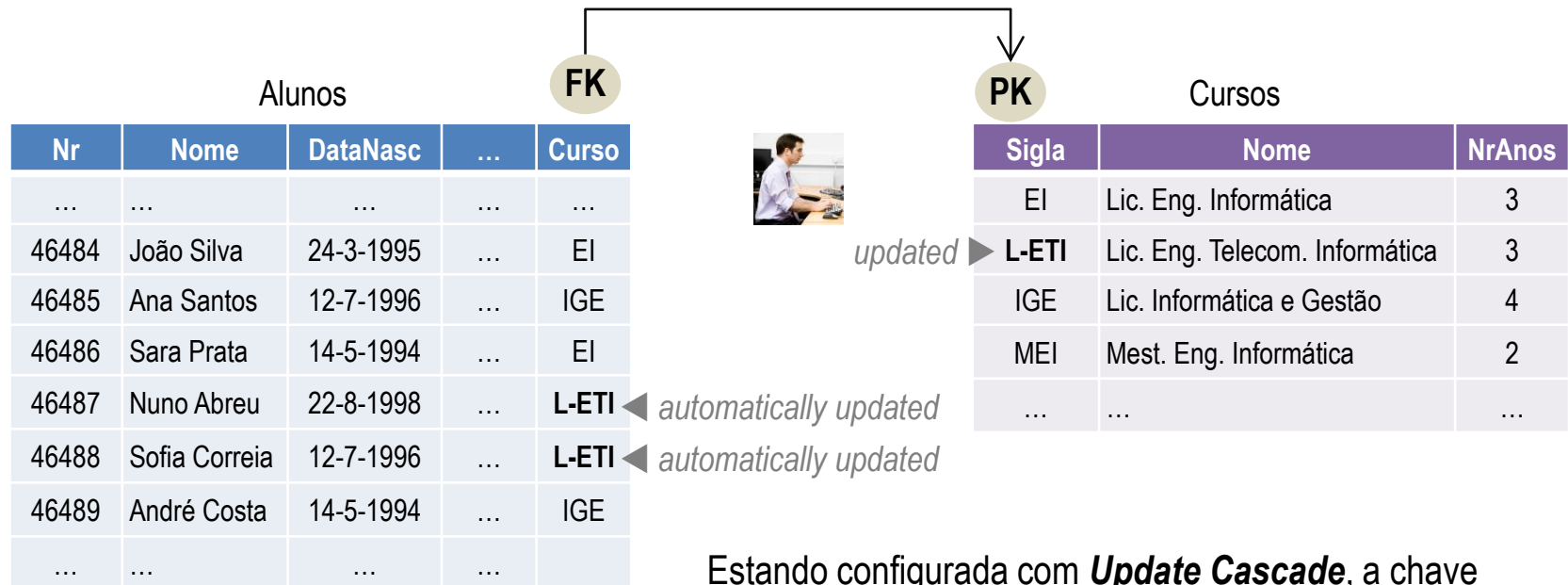
(continua...)

Update ► Cascade (2)



(continua...)

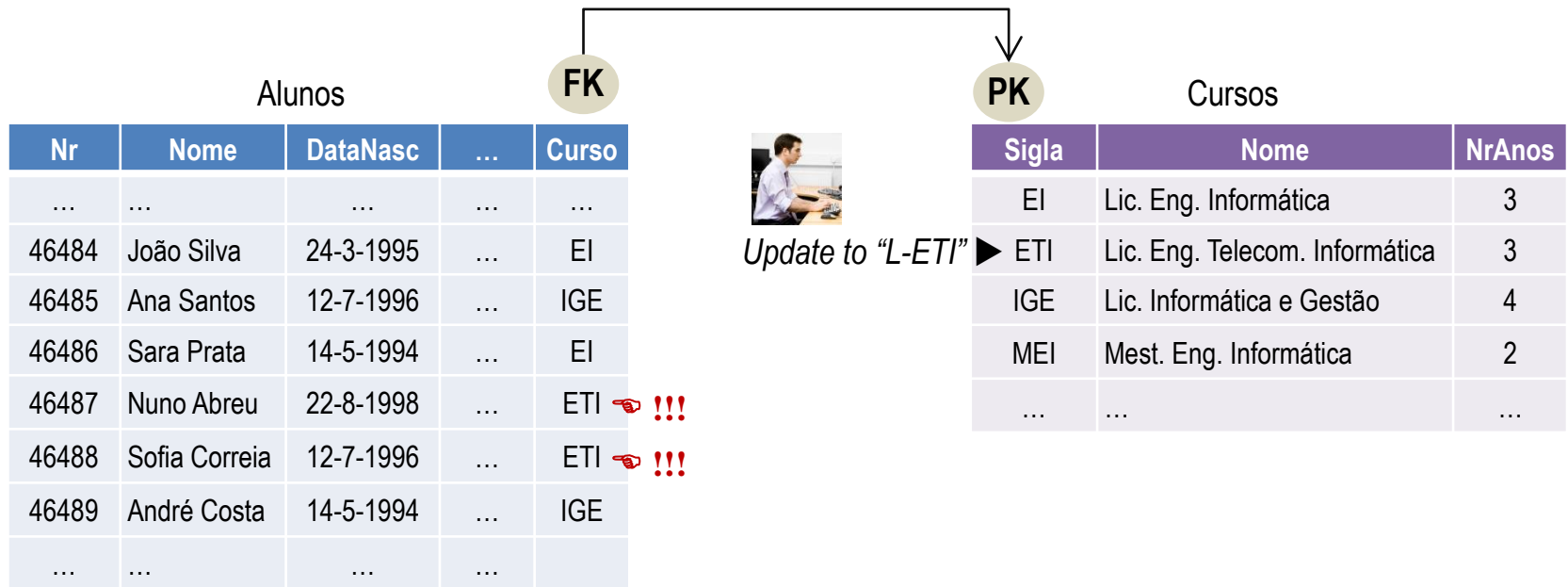
Update Cascade (3)



Estando configurada com **Update Cascade**, a chave estrangeira aplica automaticamente a mesma alteração a todos os valores que referenciam o valor de chave primária alterado.

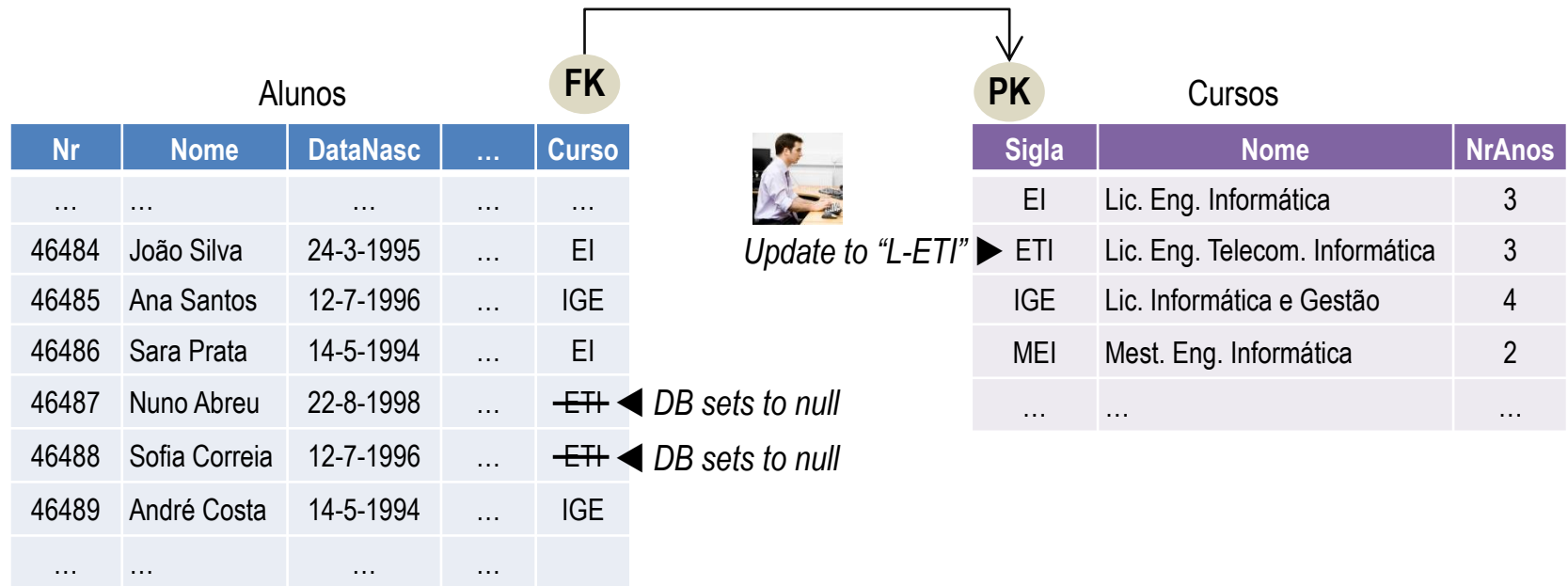
Integridade referencial preservada 👍

Update ► Set Null (1)



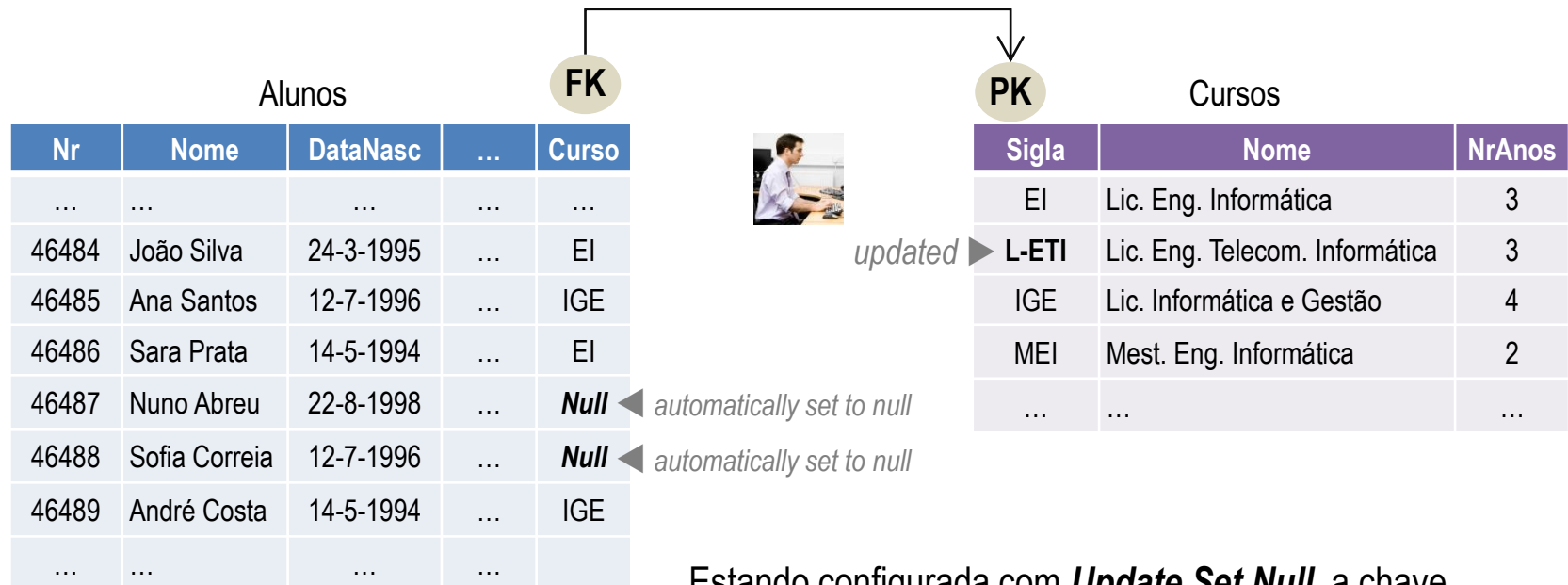
(continua...)

Update ► Set Null (2)



(continua...)

Update ► Set Null (3)



Estando configurada com **Update Set Null**, a chave estrangeira coloca a *null* automaticamente todos os valores que referenciam o valor de chave primária que foi alterado.

Integridade referencial preservada 👍

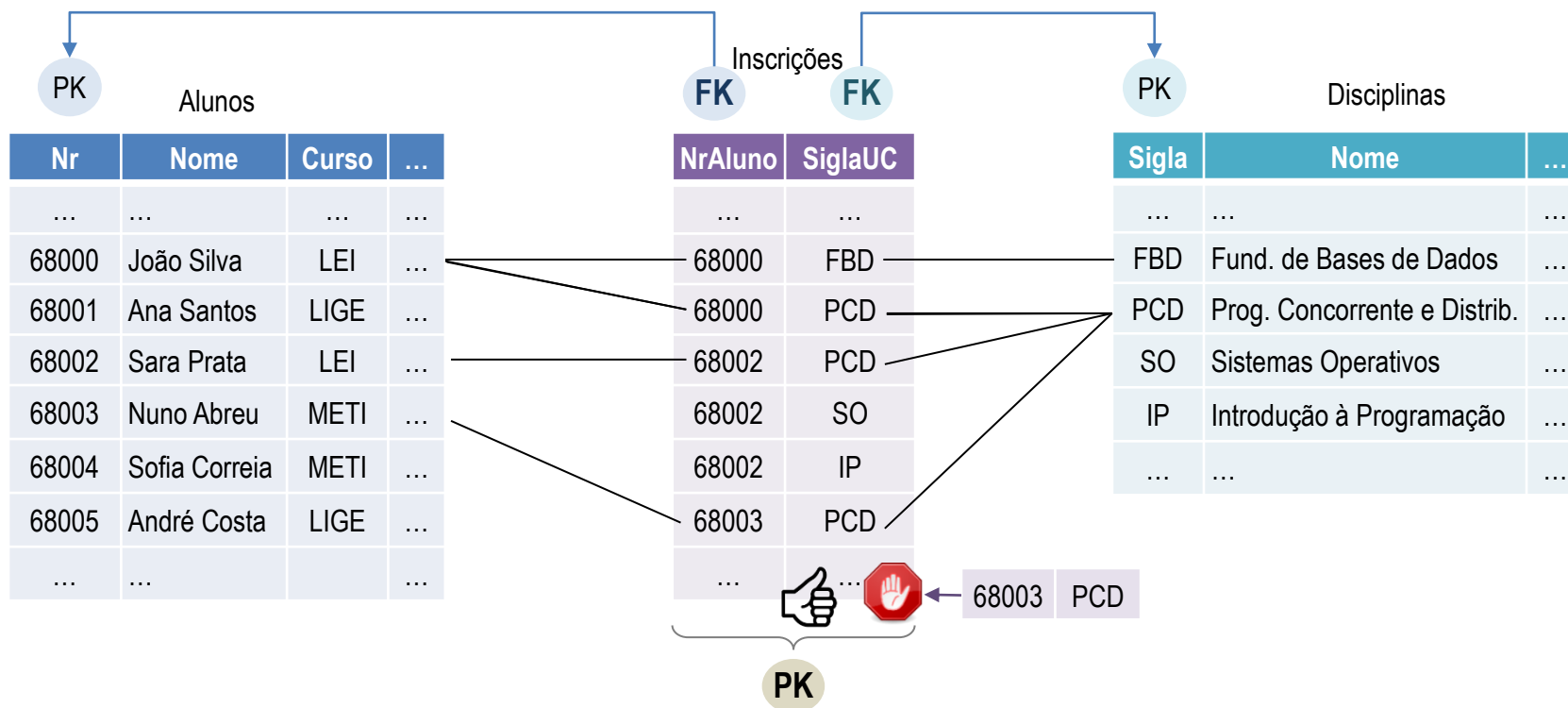
Relações muitos-para-muitos



Objectivo: registar **inscrições** em disciplinas.

Como ligar cada aluno a várias disciplinas e cada disciplina a vários alunos?

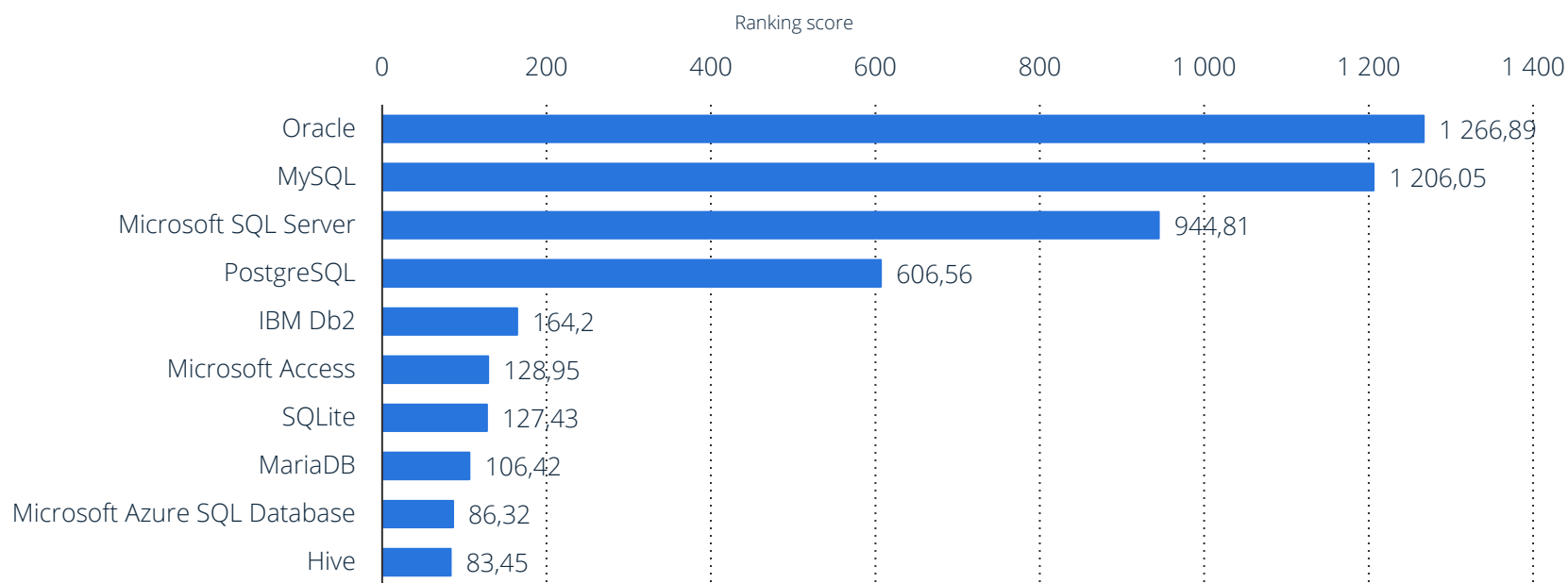
É necessária uma tabela de ligação.



SGBDs relacionais mais usados (2022)

Ranking of the most popular relational database management systems worldwide, as of January 2022

Most popular relational database management systems worldwide 2022



Note(s): Worldwide; January 2022; Top 10 systems

Further information regarding this statistic can be found on [page 8](#).







Source(s): [DB-Engines](#); ID 1131568

<https://www.g2.com/categories/nosql-databases>

Graph Databases

Businesses use graph databases to represent data in a graphical structure with nodes, edges, and properties.







Popular Graph Databases products used by NoSQL Databases professionals

 Redis ★★★★★ (117) 4.5 out of 5 stars	 ArangoDB ★★★★★ (66) 4.7 out of 5 stars
 Neo4j ★★★★★ (60) 4.4 out of 5 stars	 OrientDB ★★★★★ (57) 3.9 out of 5 stars
 Azure Cosmos DB ★★★★★ (54) 4.1 out of 5 stars	 Redis Enterprise ★★★★★ (35) 4.3 out of 5 stars

Key Value Databases

This database solution stores data in couplets of name and value associated together with a key.

Popular Key Value Databases products used by NoSQL Databases professionals

 Amazon DynamoDB ★★★★★ (234) 4.3 out of 5 stars	 Redis ★★★★★ (117) 4.5 out of 5 stars
 Hbase ★★★★★ (114) 4.2 out of 5 stars	 Couchbase ★★★★★ (100) 4.3 out of 5 stars
 Aerospike ★★★★★ (83) 4.4 out of 5 stars	 ArangoDB ★★★★★ (66) 4.7 out of 5 stars



Facebook: MySQL, em duas variantes.

Google: Bigtable (© [Google](#)) +info: [Wikipedia](#)