

Capítulo 3: Modelo Relacional

- Estrutura das Bases de Dados Relacionais
- Redução a tabelas de um Esquema ER
- Álgebra Relacional
- Operações Estendidas da Álgebra Relacional
- Modificação da Base de Dados
- Vistas

Estrutura Básica

- Formalmente, dados os conjuntos D_1, D_2, \dots, D_n , uma *relação* r é um subconjunto de

$$D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$$

Portanto, uma relação é um conjunto de tuplos (a_1, a_2, \dots, a_n) em que $a_i \in D_i$

Esquema de Relação

- A_1, A_2, \dots, A_n são *atributos*
- $R = (A_1, A_2, \dots, A_n)$ é um *esquema de relação*
E.g. *Customer-schema =*
(customer-name, customer-street, customer-city)
- $r(R)$ é uma *relação* no *esquema de relação* R
E.g. *customer(Customer-schema)*

Instância de Relação

- Os valores correntes (*instância da relação*) de uma relação podem ser descritos por uma tabela
- Um elemento t de r é um *tuplo*, representado por uma *linha* da tabela

id	nome	morada	cidade
13123	Luís Trindade	Rue Central	Paris
43242	Pedro Silva	Rua da Sofia	Coimbra
36645	Joana Sobral	Rua D ^a Maria	Coimbra
21313	Susana Dias	Av do Brasil	Lisboa

Linguagem de Consulta/Interrogação

- Linguagem a que o utilizador recorre para obter informação a partir da base de dados.
- Categorias de linguagens
 - ✦ procedimentais
 - ✦ declarativas
- Linguagens “Puras”:
 - ✦ Álgebra Relacional
 - ✦ Cálculo Relacional de Tuplos
 - ✦ Cálculo Relacional de Domínios
- As linguagens puras formam a base teórica das linguagens de consulta utilizadas na prática.

Interrogação de bases de dados

- Como deve ser uma linguagem de interrogação?
- O que são perguntas (ou interrogações)?
- E como são as respostas?
- Uma resposta a uma pergunta a uma base de dados relacional é uma relação (ou tabela).
 - ★ Eg. a resposta à pergunta quais os clientes com contas com saldos inferiores a 10, e de quanto são esses saldos, é uma relação com atributos nome (ou n^o) de cliente e saldo, e cujos tuplos são aqueles que se pretendem
- Logo uma pergunta é uma “função” (ou melhor uma operação) que, dado um conjunto de relações, devolve uma relação
- Para “formalizar” uma pergunta precisamos de um conjunto de operadores que operem sobre relações
- **Álgebra relacional** como linguagem de interrogação

Álgebra Relacional

- Seis operadores básicos
 - * selecção
 - * projecção
 - * união
 - * diferença de conjuntos
 - * produto cartesiano
 - * renomeação
- Os operadores têm como argumentos relações de entrada e devolvem uma relação como resultado.

Operação de Selecção

- Notação: $\sigma_p(r)$
- p é designado por **predicado de selecção**
- Definida como:

$$\sigma_p(r) = \{t \mid t \in r \text{ e } p(t)\}$$

onde p é uma fórmula do cálculo proposicional constituída por **termos** ligados por: \wedge (**e**), \vee (**ou**), \neg (**não**)

★ Cada **termo** é da forma:

$\langle \text{atributo} \rangle \text{ op } \langle \text{atributo} \rangle$ ou $\langle \text{constante} \rangle$

onde op pode ser: $=, \neq, >, \geq, <, \leq$

- Exemplo de selecção:

$\sigma_{\text{branch-name}='Perryridge'}(\text{account})$

Operação de Seleção – Exemplo

■ Relação r

r

A	B	C	D
α	α	1	7
α	β	5	7
β	β	12	3
β	β	23	10

■ $\sigma_{A=B \wedge D > 5}(r)$

$\sigma_{A=B \wedge D > 5}(r)$

A	B	C	D
α	α	1	7
β	β	23	10

Operação de Projecção

- Notação:

$$\Pi_{A_1, A_2, \dots, A_k}(r)$$

onde A_1, \dots, A_k são nomes de atributos e r é uma relação.

- O resultado é a relação com os k atributos (k colunas) obtidos eliminando os atributos (colunas) que não estão listadas
- Relembrar: o resultado não tem tuplos duplicados, dado que as relações são conjuntos
- E.g. eliminar o atributo *branch-name* de *account*

$$\Pi_{account-number, balance}(account)$$

Operação de Projecção – Exemplo

- Relação r :

r

A	B	C
α	10	1
α	20	1
β	30	1
β	40	2

- $\Pi_{A,C}(r)$

A	C
α	1
α	1
β	1
β	2



$\Pi_{A,C}(r)$

A	C
α	1
β	1
β	2

Operação de União

■ Notação: $r \cup s$

■ Definida como:

$$r \cup s = \{t \mid t \in r \text{ ou } t \in s\}$$

■ Para $r \cup s$ ser válida:

1. r, s devem ter a mesma *aridade* (igual número de atributos)
2. Os domínios dos atributos devem ser *compatíveis* (e.g., os valores da 2ª coluna de r são do mesmo tipo dos valores da 2ª coluna de s)

■ E.g. determinar quais os clientes que têm uma conta ou um empréstimo

$$\Pi_{customer-name}(depositor) \cup \Pi_{customer-name}(borrower)$$

Operação de União – Exemplo

- Relações r , s :

r

A	B
α	1
α	2
β	1

s

A	B
α	2
β	3

- $r \cup s$:

$r \cup s$

A	B
α	1
α	2
β	1
β	3

Operação de Diferença de Conjuntos

■ Notação: $r - s$

■ Definida como:

$$r - s = \{t \mid t \in r \text{ e } t \notin s\}$$

■ As diferenças de conjuntos só podem ser efectuadas entre relações compatíveis.

✦ r e s devem ter a mesma aridade

✦ os domínios dos atributos de r e s devem ser compatíveis

Operação de Diferença de Conjuntos-Ex.

■ Relações r , s :

r

A	B
α	1
α	2
β	1

s

A	B
α	2
β	3

■ $r - s$:

r - s

A	B
α	1
β	1

Operação de Produto Cartesiano

- Notação: $r \times s$

- Definida como:

$$r \times s = \{t \mid t \in r \text{ e } q \in s\}$$

- Assume que os atributos de $r(R)$ e $s(S)$ são disjuntos. (Ou seja, $R \cap S = \emptyset$).

- Se os atributos de $r(R)$ e $s(S)$ não são disjuntos, então têm que se utilizar renomeações.

Operação de Produto Cartesiano-Ex.

- Relações r e s:

r

A	B
α	1
β	2

s

C	D	E
α	10	a
α	13	a
β	20	b
γ	10	b

- $r \times s$:

r x s

A	B	C	D	E
α	1	α	10	a
α	1	α	13	a
α	1	β	20	b
α	1	γ	10	b
β	2	α	10	a
β	2	α	13	a
β	2	β	20	b
β	2	γ	10	b

Composição de Operações

- Pode-se construir expressões combinando várias operações
- Exemplo: $\sigma_{A=C}(r \times s)$

r x s

A	B	C	D	E
α	1	α	10	a
α	1	α	13	a
α	1	β	20	b
α	1	γ	10	b
β	2	α	10	a
β	2	α	13	a
β	2	β	20	b
β	2	γ	10	b

$\sigma_{A=C}(r \times s)$

A	B	C	D	E
α	1	α	10	a
α	1	α	13	a
β	2	β	20	b

Operação de Renomeação

- Permite dar um nome a , e portanto referir, os resultados de expressões de álgebra relacional.
- Permite que uma relação seja referida por mais de um nome.
- A expressão:

$$\rho_X(E)$$

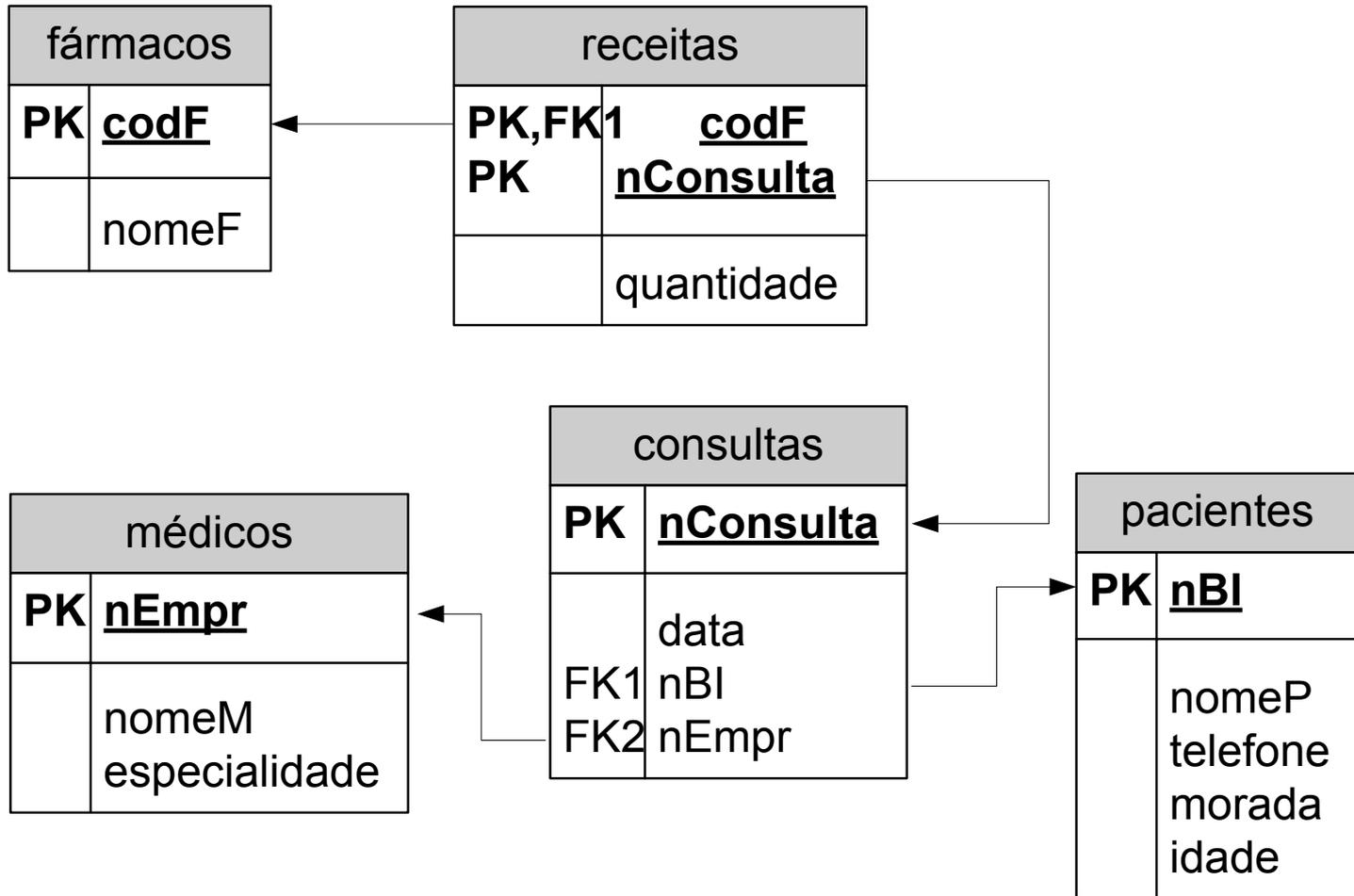
devolve a expressão E com o nome X

- Se uma expressão de álgebra relacional E tem aridade n , então

$$\rho_X(A_1, A_2, \dots, A_n)(E)$$

devolve a expressão E com o nome X , e com os atributos renomeados para A_1, A_2, \dots, A_n .

Exemplo Clínica



Exemplo Clínica

- *médicos(nEmpr, nomeM, especialidade)*
- *pacientes(nBl, nomeP, telefone, morada, idade)*
- *fármacos(codF, nomeF)*
- *consultas(nConsulta, data, nBl, nEmpr)*
- *receitas(codF, nConsulta, quantidade)*

Exemplo Clínica

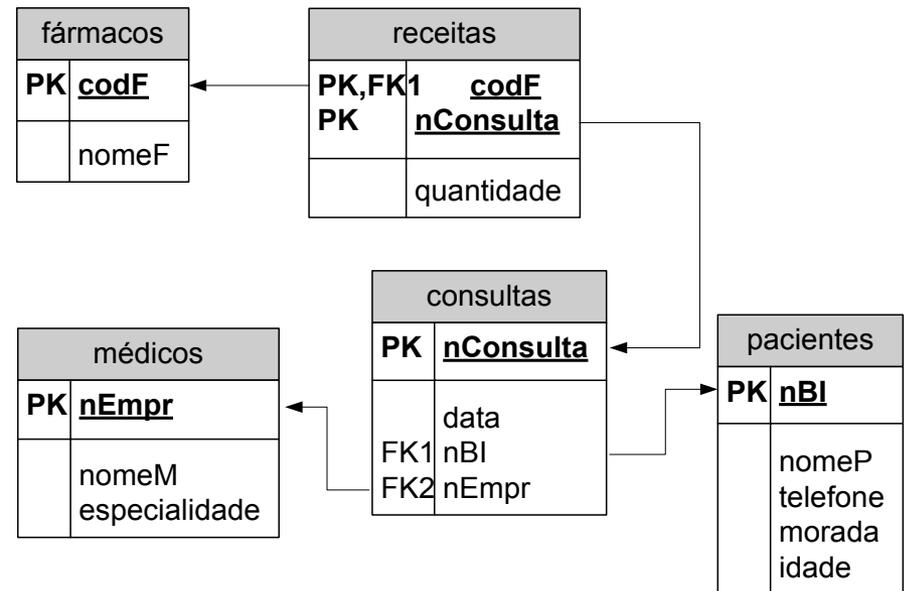
médicos(nEmpr, nomeM, especialidade)

fármacos(codF, nomeF)

pacientes(nBl, nomeP, telefone, morada, idade)

consultas(nConsulta, data, nBl, nEmpr)

receitas(codF, nConsulta, quantidade)



- Quais os pacientes com mais de 50 anos de idade?

$$\sigma_{idade > 50} (\text{pacientes})$$

- Quais os nomes dos pacientes com mais de 50 anos de idade?

$$\Pi_{nomeP} (\sigma_{idade > 50} (\text{pacientes}))$$

Exemplo Clínica

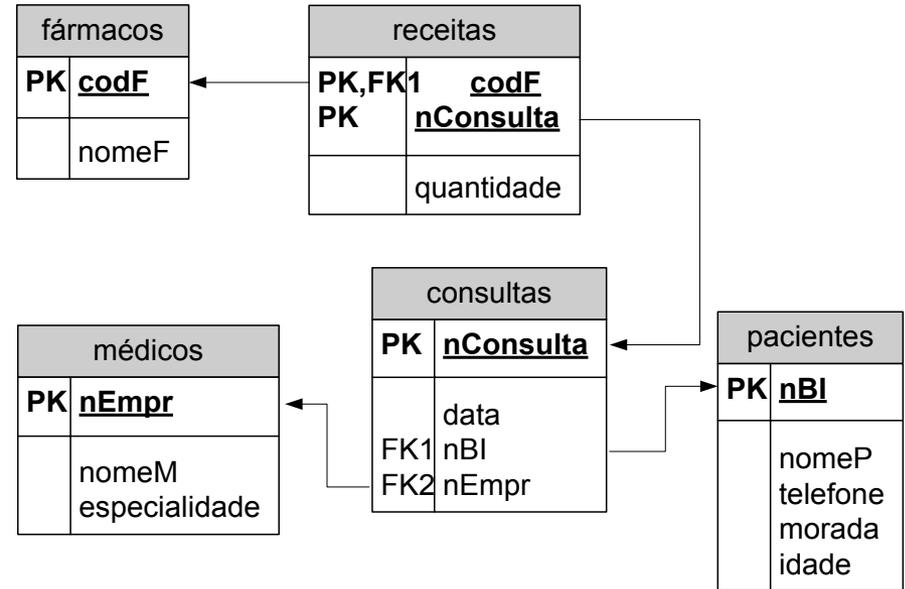
médicos(nEmpr, nomeM, especialidade)

fármacos(codF, nomeF)

pacientes(nBl, nomeP, telefone, morada, idade)

consultas(nConsulta, data, nBl, nEmpr)

receitas(codF, nConsulta, quantidade)



- Quais os nomes dos fármacos que já foram receitados em consultas da clínica?

$$\Pi_{nomeF}((\sigma_{receitas.codF = fármacos.codF}(receitas \times fármacos)))$$

Exemplo Clínica

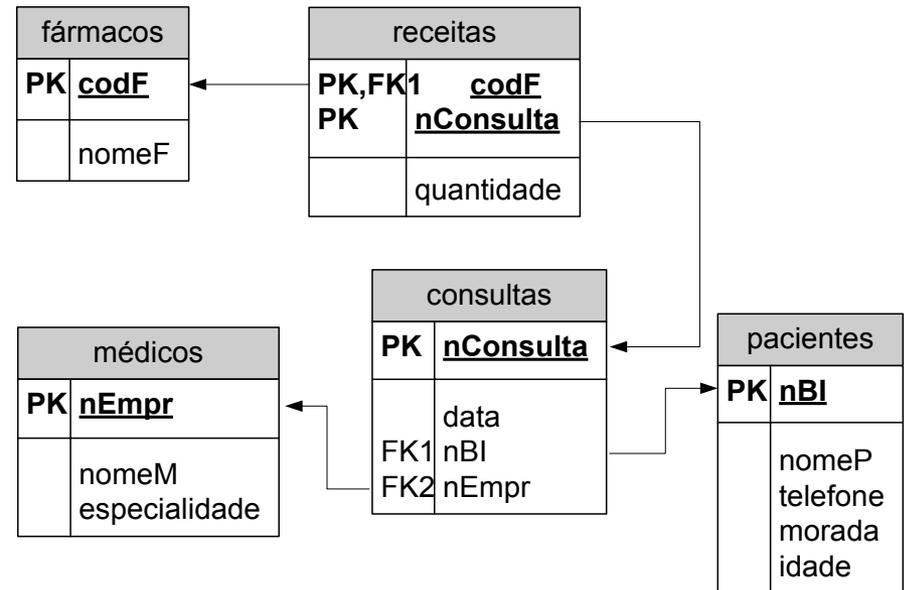
médicos(nEmpr, nomeM, especialidade)

fármacos(codF, nomeF)

pacientes(nBl, nomeP, telefone, morada, idade)

consultas(nConsulta, data, nBl, nEmpr)

receitas(codF, nConsulta, quantidade)



- Quais os nomes e códigos dos fármacos que nunca foram receitados?

fármacos –

$$\Pi_{receitas.codF, nomeF}(\sigma_{receitas.codF = fármacos.codF}(receitas \times fármacos))$$

Exemplo Clínica

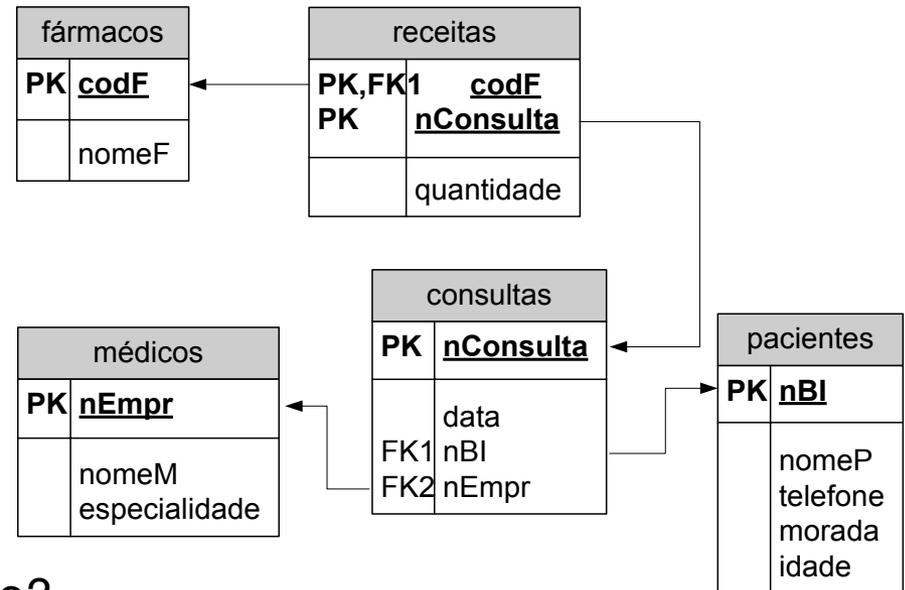
médicos(*nEmpr*, *nomeM*, *especialidade*)

fármacos(*codF*, *nomeF*)

pacientes(*nBl*, *nomeP*, *telefone*, *morada*, *idade*)

consultas(*nConsulta*, *data*, *nBl*, *nEmpr*)

receitas(*codF*, *nConsulta*, *quantidade*)



■ Qual a idade do paciente mais velho?

- ✦ Renomear a relação *pacientes* como *d*
- ✦ A consulta é:

$$\Pi_{idade}(pacientes) - \Pi_{pacientes.idade}(\sigma_{pacientes.idade < d.idade}(pacientes \times \rho_d(pacientes)))$$

Exemplo Clínica

pacientes

Nome	Idade
Ana	30
Rui	20
Carla	25

$\rho_d(\text{pacientes})$

d.Nome	d.Idade
Ana	30
Rui	20
Carla	25

pacientes x $\rho_d(\text{pacientes})$

Nome	Idade	d.Nome	d.Idade
Ana	30	Ana	30
Ana	30	Rui	20
Ana	30	Carla	25
Rui	20	Ana	30
Rui	20	Rui	20
Rui	20	Carla	25
Carla	25	Ana	30
Carla	25	Rui	20
Carla	25	Carla	25

$\sigma_{\text{pacientes.Idade} < \text{d.Idade}}$
(pacientes x $\rho_d(\text{pacientes})$)

Nome	Idade	d.Nome	d.Idade
Rui	20	Ana	30
Rui	20	Carla	25
Carla	25	Ana	30



$\Pi_{\text{pacientes.Idade}}(\sigma_{\text{pacientes.Idade} < \text{d.Idade}}(\text{pacientes x } \rho_d(\text{pacientes})))$

Idade
20
25

$\Pi_{\text{Idade}}(\text{pacientes})$

Idade
30
20
25

$\Pi_{\text{Idade}}(\text{pacientes}) -$

$\Pi_{\text{pacientes.Idade}}(\sigma_{\text{pacientes.Idade} < \text{d.Idade}}(\text{pacientes x } \rho_d(\text{pacientes})))$



Idade
30

Exemplo Clínica

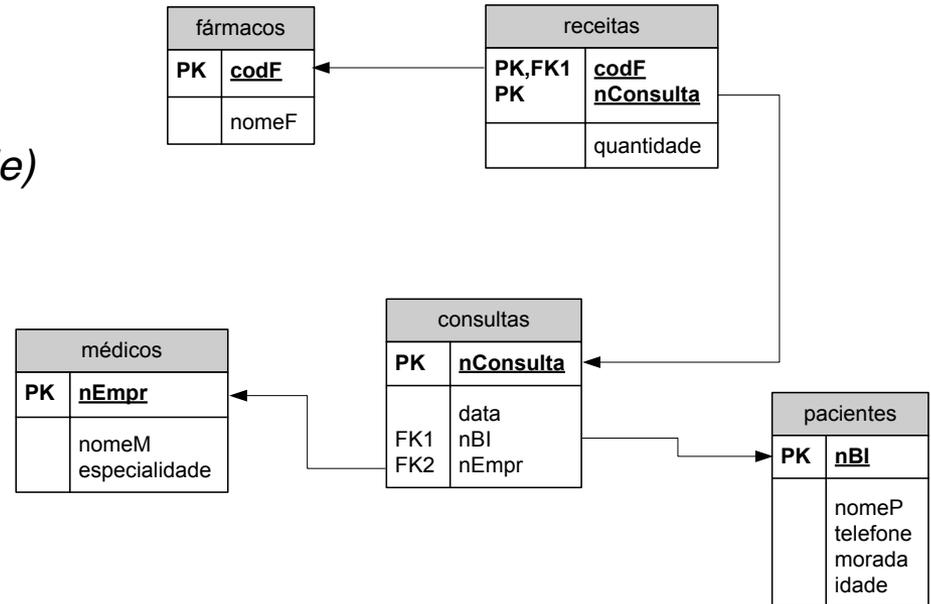
médicos(*nEmpr*, *nomeM*, *especialidade*)

pacientes(*nBl*, *nomeP*, *telefone*, *morada*, *idade*)

fármacos(*codF*, *nomeF*)

consultas(*nConsulta*, *data*, *nBl*, *nEmpr*)

receitas(*codF*, *nConsulta*, *quantidade*)



■ E quais os (nomes dos) pacientes com essa idade?

★ Seja *r* a relação da pergunta anterior:

$$\prod_{\text{nomeP}}(\sigma_{\text{pacientes.idade} = r.\text{idade}}(\text{pacientes} \times r))$$

Definição Formal

- Uma expressão básica na álgebra relacional é:
 - * Uma relação na base de dados
 - * Uma relação constante
- Sejam E_1 e E_2 expressões de álgebra relacional; então todas as expressões abaixo são expressões de álgebra relacional:
 - * $E_1 \cup E_2$
 - * $E_1 - E_2$
 - * $E_1 \times E_2$
 - * $\sigma_P(E_1)$, P é um predicado nos atributos de E_1
 - * $\Pi_S(E_1)$, S é uma lista com alguns dos atributos de E_1
 - * $\rho_x(E_1)$, x é um novo nome para o resultado de E_1