

DCC011

Introdução a Bancos de Dados

Álgebra Relacional



Mirella M. Moro
mirella@dcc.ufmg.br

Programa

Introdução

Conceitos básicos: banco de dados, sistema de banco de dados, sistema de gerência de banco de dados. Características da abordagem de banco de dados. Modelos de dados, esquemas e instâncias. Arquitetura de um sistema de banco de dados. Componentes de um sistema de gerência de banco de dados.

Modelos de Dados e Linguagens

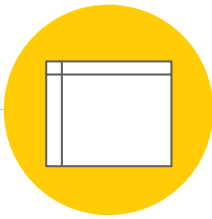
Modelo entidade-relacionamento (ER): conceitos básicos, restrições de integridade, notação gráfica, conceitos adicionais. Modelagem usando UML. Modelo relacional: conceitos básicos, restrições de integridade, **álgebra relacional**, operações de atualização. A linguagem SQL.

Projeto de Bancos de Dados

Visão geral do processo de projeto de bancos de dados. Projeto lógico de bancos de dados relacionais: mapeamentos ER/relacional, definição de esquemas em SQL. Normalização.

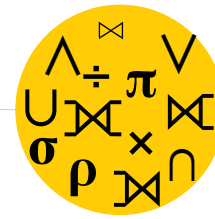
Novas Tecnologias e Aplicações de Banco de Dados

Gerenciamento de dados massivos. Bancos de dados não-relacionais (aka NoSQL)



Modelo Relacional Tudo é Relação/Tabela

cada linha representa uma coleção de dados relacionados
cada linha de uma tabela representa um "fato" que tipicamente
corresponde a uma entidade ou relacionamento do mundo real



Linguagem de Consulta

- Introdução • Problemas •
- Seleção • Projeção • Sequencia •
- Conjunto • Produto Cartesiano • Junções •

Introdução

Linguagens de consultas permitem manipulação e recuperação de dados de um BD

O modelo relacional suporta LCs simples e poderosas:

Forte fundamentação teórica baseada em lógica

Permite otimizações

Ling. de consulta ling. de programação

LCs não tem a intenção de suportar cálculos complexos

LCs suportam acesso fácil e eficiente a grandes conjuntos de dados

Introdução

Duas LCs matemáticas formam a base para as LCs "reais" (p.ex., SQL), e p/ implementação:

Álgebra relacional: Predominantemente operacional, útil para representar planos de execução

Cálculo Relacional: Permite usuários descreverem o que querem, ao invés de como querem (não operacional, declarativa)

Entender álgebra e cálculo é uma chave para entender SQL e processamento de consultas.

π Consultas

Uma consulta é aplicada para instâncias de relação
O resultado de uma consulta é uma instância de relação

Esquemas de consumo relações para uma consulta são fixadas (mas consultas rodarão independente de exemplos!)

O esquema para o resultado de uma propensa consulta é também fixada! Determinada por definição de construção de linguagem de consulta

Database Management Systems, R. Ramakrishnan
(tradução, autorizada, de Anna & Mario Nascimento)

UFMG DCC011 - profa. Mirella M. Moro

7

π Consultas

Dadas duas relações R1 e R2
Operações Básicas

- σ Selection - seleciona sub-conjunto de tuplas da relação
 - π Projection - paga colunas indesejadas da relação
 - \times Cross-product - Permite combinar R1 e R2
 - Set-difference - Tuplas em R1, mas não em R2
 - U Union - Tuplas em R1 e em R2
- Operações Adicionais
Interseção, junção, divisão, renomear

Database Management Systems, R. Ramakrishnan
(tradução, autorizada, de Anna & Mario Nascimento)

UFMG DCC011 - profa. Mirella M. Moro

8

| ALUNOS | | | | CURSOS | | | |
|--------|------|------|-----|--------|------------------------------------|-------|-------|
| Matr | Nome | Sexo | Cr | Cod | Nome | Depto | Coord |
| 1 | A | F | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 2 | B | M | CC | MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| 3 | C | M | CC | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 4 | D | F | MC | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |
| 5 | E | M | MC | | | | |
| 6 | F | M | SI | | | | |
| 7 | G | F | SI | | | | |
| 8 | H | F | SI | | | | |
| 9 | I | M | SI | | | | |
| 10 | J | M | ECA | | | | |

| MATICULAS | | | |
|-----------|--------|-----|-------|
| Matr | Disc | T | Sem |
| 1 | DCC011 | Z | 20162 |
| 1 | DCC851 | A | 20162 |
| 1 | DCC834 | A | 20161 |
| 2 | DCC011 | Z | 20161 |
| ... | ... | ... | ... |

UFMG DCC011 - profa. Mirella M. Moro

9

SELEÇÃO

- (ALUNOS)
- $\sigma_{(Matr=4)}$ (ALUNOS)
- $\sigma_{(Matr > 4 \wedge Sexo = F) \vee (Cr = MC)}$ (ALUNOS)

PROJEÇÃO

- π_{Matr} (ALUNOS)
- $\pi_{Matr, Nome, Sexo, Cr}$ (ALUNOS)
- $\pi_{Matr, Cr}$ (ALUNOS)

TUDO JUNTO

- $\pi_{Nome} \sigma_{(Matr=4)}$ (ALUNOS)
- $\pi_{Nome} \sigma_{(Matr > 4 \wedge Sexo = F) \vee (Cr = MC)}$ (ALUNOS)

ALUNOS

| Matr | Nome | Sexo | Cr |
|------|------|------|-----|
| 1 | A | F | CC |
| 2 | B | M | CC |
| 3 | C | M | CC |
| 4 | D | F | MC |
| 5 | E | M | MC |
| 6 | F | M | SI |
| 7 | G | F | SI |
| 8 | H | F | SI |
| 9 | I | M | SI |
| 10 | J | M | ECA |



UFMG DCC011 - profa. Mirella M. Moro

10



SELEÇÃO

Seleciona linhas de uma relação de acordo com a condição lógica especificada

σ **condiçãoLógica** (Relação)

<atributo> <operador> <valor>
<atributo> <operador> <atributo>
operador: <, >, <=, >=, <>, <=, >=,
AND, OR, XOR, NOT

UFMG DCC011 - profa. Mirella M. Moro

11



PROJEÇÃO

Projeta colunas de uma relação de acordo com uma lista especificada

π **coluna** (Relação)

π **col1,col2,etc** (Relação)

UFMG DCC011 - profa. Mirella M. Moro

12

DETALHES TÃO PEQUENOS DE...

- 7. $\pi_{\text{Nome}} \sigma_{(\text{Matr}=4)}$ (ALUNOS)
- 7a. $\sigma_{(\text{Matr}=4)} \pi_{\text{Nome}}$ (ALUNOS)
- 7b. $\pi_{\text{Nome}} \sigma_{(\text{Matr}=4)} \pi_{\text{Nome, Matr}}$ (ALUNOS)
- 8. $\pi_{\text{Nome}} \sigma_{(\text{Matr} > 4 \wedge \text{Sexo} = F) \vee (\text{Cr} = \text{MC})}$ (ALUNOS)
- 8a. $\sigma_{(\text{Matr} > 4 \wedge \text{Sexo} = F) \vee (\text{Cr} = \text{MC})} \pi_{\text{Nome}}$ (ALUNOS)
- 8b. $\pi_{\text{Nome}} \sigma_{(\text{Matr} > 4 \wedge \text{Sexo} = F)} \text{OR } \sigma_{(\text{Cr} = \text{MC})}$ (ALUNOS)
- 8c. $\pi_{\text{Nome}} \sigma_{(\text{Matr} > 4)} \sigma_{(\text{Sexo} = F)} \sigma_{(\text{Cr} = \text{MC})}$ (ALUNOS)
- 8d. $\pi_{\text{Nome}} \sigma_{(\text{Matr} > 4) \wedge (\text{Sexo} = F) \wedge (\text{Cr} = \text{MC})}$ (ALUNOS)

ALUNOS

| Matr | Nome | Sexo | Cr |
|------|------|------|-----|
| 1 | A | F | CC |
| 2 | B | M | CC |
| 3 | C | M | CC |
| 4 | D | F | MC |
| 5 | E | M | MC |
| 6 | F | M | SI |
| 7 | G | F | SI |
| 8 | H | F | SI |
| 9 | I | M | SI |
| 10 | J | M | ECA |



ALUNOS

| Matr | Nome | Sexo | Cr |
|------|------|------|-----|
| 1 | A | F | CC |
| 2 | B | M | CC |
| 3 | C | M | CC |
| 4 | D | F | MC |
| 5 | E | M | MC |
| 6 | F | M | SI |
| 7 | G | F | SI |
| 8 | H | F | SI |
| 9 | I | M | SI |
| 10 | J | M | ECA |

- 1. Nomes das meninas de todos os cursos
 $\pi_{\text{Nome}} \sigma_{(\text{Sexo}=F)}$ (ALUNOS)
- 2. Nomes das meninas da Computação
 $\pi_{\text{Nome}} \sigma_{(\text{Sexo}=F \wedge \text{Cr}=\text{CC})}$ (ALUNOS)
- 3. Nome e curso das meninas
 $\pi_{\text{Nome, Cr}} \sigma_{(\text{Sexo}=F)}$ (ALUNOS)
- 4. Quantidade de meninas por curso
??
- 5. Curso com o número máximo de meninas
??



- 1. Nomes de todos os alunos acompanhados dos nomes de seus cursos
- 2. Nomes de todos os alunos acompanhados das disciplinas matriculadas neste semestre

ALUNOS

| Matr | Nome | Sexo | Cr |
|------|------|------|-----|
| 1 | A | F | CC |
| 2 | B | M | CC |
| 3 | C | M | CC |
| 4 | D | F | MC |
| 5 | E | M | MC |
| 6 | F | M | SI |
| 7 | G | F | SI |
| 8 | H | F | SI |
| 9 | I | M | SI |
| 10 | J | M | ECA |



ALUNOS

| Matr | Nome | Sexo | Cr |
|------|------|------|-----|
| 1 | A | F | CC |
| 2 | B | M | CC |
| 3 | C | M | CC |
| 4 | D | F | MC |
| 5 | E | M | MC |
| 6 | F | M | SI |
| 7 | G | F | SI |
| 8 | H | F | SI |
| 9 | I | M | SI |
| 10 | J | M | ECA |

CURSOS

| Cod | Nome | Depto | Coord |
|-----|------------------------------------|-------|-------|
| CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |

- 1. Nomes de todos os alunos acompanhados dos nomes de seus cursos
a. $\pi_{\text{Nome, Nome}}$ (ALUNOS, CURSOS)
b. $\pi_{\text{ALUNOS.Nome, CURSOS.Nome}}$ (ALUNOS, CURSOS)
c. $\pi_{\text{ALUNOS.Nome, CURSOS.Nome}}$ (ALUNOS × CURSOS)

| Matr | Nome | Sexo | Cr | Cod | Nome | Depto | Coord |
|------|------|------|-----|-----|------------------------------------|-------|-------|
| 1 | A | F | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 2 | B | M | CC | MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| 3 | C | M | CC | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 4 | D | F | MC | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |
| 5 | E | M | MC | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |
| 6 | F | M | SI | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |
| 7 | G | F | SI | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |
| 8 | H | F | SI | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |
| 9 | I | M | SI | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |
| 10 | J | M | ECA | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |

$\pi_{\text{ALUNOS.Nome, CURSOS.Nome}}$ (ALUNOS × CURSOS)

| Matr | Nome | Sexo | Cr | Cod | Nome | Depto | Coord |
|------|------|------|-----|-----|------------------------------------|-------|-------|
| 1 | A | F | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 1 | A | F | CC | MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| 1 | A | F | CC | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 1 | A | F | CC | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |
| 2 | B | M | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 2 | B | M | CC | MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| 2 | B | M | CC | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 2 | B | M | CC | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |
| 3 | C | M | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 3 | C | M | CC | MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |



| Matr | Nome | Sexo | Cr | Cod | Nome | Depto | Coord |
|------|------|------|-----|-----|------------------------------------|-------|-------|
| 1 | A | F | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 2 | B | M | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 3 | C | M | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 4 | D | F | MC | MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| 5 | E | M | MC | MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| 6 | F | M | SI | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 7 | G | F | SI | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 8 | H | F | SI | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 9 | I | M | SI | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 10 | J | M | ECA | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |

$\pi_{\text{ALUNOS.Nome, CURSOS.Nome}}$ (ALUNOS × CURSOS)
 $\sigma_{(\text{ALUNOS.Cr}=\text{CURSOS.Cod})}$ (ALUNOS × CURSOS)

| Matr | Nome | Sexo | Cr | Cod | Nome | Depto | Coord |
|------|------|------|-----|-----|------------------------------------|-------|-------|
| 1 | A | F | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 2 | B | M | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 3 | C | M | CC | CC | Ciência da Computação | DCC | RG |
| 4 | D | F | MC | MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| 5 | E | M | MC | MC | Matemática Computacional | DCC | TN |
| 6 | F | M | SI | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 7 | G | F | SI | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 8 | H | F | SI | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 9 | I | M | SI | SI | Sistemas de Informação | DCC | CDJ |
| 10 | J | M | ECA | ECA | Engenharia de Controle e Automação | ENG | XYZ |



| ALUNOS | | | | MATRICULAS | | | |
|--------|------|------|-----|------------|--------|-----|-------|
| Matr | Nome | Sexo | Cr | Matr | Disc | T | Sem |
| 1 | A | F | CC | 1 | DCC011 | Z | 20162 |
| 2 | B | M | CC | 1 | DCC851 | A | 20162 |
| 3 | C | M | CC | 1 | DCC834 | A | 20161 |
| 4 | D | F | MC | 2 | DCC011 | Z | 20161 |
| 5 | E | M | MC | ... | ... | ... | ... |
| 6 | F | M | SI | ... | ... | ... | ... |
| 7 | G | F | SI | ... | ... | ... | ... |
| 8 | H | F | SI | ... | ... | ... | ... |
| 9 | I | M | SI | ... | ... | ... | ... |
| 10 | J | M | ECA | ... | ... | ... | ... |

2. Nomes de todos os alunos acompanhados das disciplinas matriculadas neste semestre

- a. $\pi_{\text{Nome, Disc}}(\text{ALUNOS} \bowtie \text{MATRICULAS})$
 b. $\pi_{\text{Nome, Disc}} \sigma_{(\text{ALUNOS.Matr}=\text{MATRICULAS.Matr})}(\text{ALUNOS} \bowtie \text{MATRICULAS})$
 c. $\pi_{\text{Nome, Disc}}(\text{ALUNOS} \bowtie \text{MATRICULAS})$

| ALUNOS | | | | MATRICULAS | | | |
|--------|------|------|-----|------------|--------|-----|-------|
| Matr | Nome | Sexo | Cr | Matr | Disc | T | Sem |
| 1 | A | F | CC | 1 | DCC011 | Z | 20162 |
| 2 | B | M | CC | 1 | DCC851 | A | 20162 |
| 3 | C | M | CC | 1 | DCC834 | A | 20161 |
| 4 | D | F | MC | 2 | DCC011 | Z | 20161 |
| 5 | E | M | MC | ... | ... | ... | ... |
| 6 | F | M | SI | ... | ... | ... | ... |
| 7 | G | F | SI | ... | ... | ... | ... |
| 8 | H | F | SI | ... | ... | ... | ... |
| 9 | I | M | SI | ... | ... | ... | ... |
| 10 | J | M | ECA | ... | ... | ... | ... |

$\pi_{\text{Nome, Disc}}(\text{ALUNOS} \bowtie \text{MATRICULAS})$

| Matr | Nome | Sexo | Cr | Disc | T | Sem |
|------|------|------|-----|--------|-----|-------|
| 1 | A | F | CC | DCC011 | Z | 20162 |
| 1 | A | F | CC | DCC851 | A | 20162 |
| 1 | A | F | CC | DCC834 | A | 20161 |
| 2 | B | M | CC | DCC011 | Z | 20161 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

JUNÇÃO NATURAL

- Igualdade de todos os pares de atributos de mesmo nome (domínio)
- Os atributos de mesmo nome aparecem uma vez só no resultado

**Produto Cartesiano,
Junção Natural e
Equijunção**

ALUNOS (Matr, Nome, Sexo, Cr)
 CURSOS (Cod, Nome, Depto, Coord)
 MATRICULAS (Matr, Disc, T, Sem)

- a. ALUNOS × CURSOS
 b. ALUNOS ⋈ CURSOS
 c. ALUNOS ⋈ MATRICULAS
 d. CURSOS ⋈ MATRICULAS
 e. ALUNOS ⋈_{Matr} MATRICULAS
 f. ALUNOS ⋈_{Cr=Cod} CURSOS



Série de Exemplos do Livro

**Esquema do Banco de
Dados Relacional**

EMPLOYEE (ssn, fname, lname, address, bdate, superssn, dno)
 superssn REFERENCIA EMPLOYEE
 dno REFERENCIA DEPARTMENT
DEPARTMENT (dnum, dname, mgrssn, mgrinitialdate)
 mgrssn REFERENCIA EMPLOYEE.ssn
PROJECT (pnumber, pname, plocation, dnum)
 dnum REFERENCIA DEPARTMENT
DEPT_LOCATIONS (dnumber, dlocation)
 dnumber REFERENCIA DEPARTMENT
WORKS_ON (ssn, pnumber, hours)
 ssn REFERENCIA EMPLOYEE
 pnumber REFERENCIA PROJECT

Operador de Seleção

$\sigma_{(DNO = 4 \text{ AND } SALARY > 25000) \text{ OR } (DNO = 5)}(\text{EMPLOYEE})$

(a)

| FNAME | MINIT | LNAME | SSN | BDATE | ADDRESS | SEX | SALARY | SUPERSSN | DNO |
|----------|-------|---------|-----------|------------|-----------------------|-----|--------|-----------|-----|
| Franklin | T | Wong | 333445555 | 1955-12-08 | 638 Voss,Houston,TX | M | 40000 | 888665555 | 5 |
| Jennifer | | Wallace | 987654321 | 1941-06-20 | 291 Berry,Bel Aire,TX | F | 43000 | 888665555 | 4 |
| Ramesh | | Narayan | 666884444 | 1962-09-15 | 975 FireOak,Humble,TX | M | 38000 | 333445555 | 5 |

Operador de Projeção

Projeta as tuplas de uma relação sobre um determinado conjunto de atributos

Notação:

$\pi_{\langle \text{atributos} \rangle}(\langle \text{nome da relação} \rangle)$

Exemplos:

$\pi_{\text{LNAME, FNAME, SALARY}}(\text{EMPLOYEE})$

$\pi_{\text{SEX, SALARY}}(\text{EMPLOYEE})$

Sequência de Operações

Várias operações podem ser combinadas para formar uma expressão da álgebra relacional

$\pi_{\langle \text{FNAME, LNAME, SALARY} \rangle}(\sigma_{\text{DNO} = 5}(\text{EMPLOYEE}))$

(a)

| FNAME | LNAME | SALARY |
|----------|---------|--------|
| John | Smith | 30000 |
| Franklin | Wong | 40000 |
| Ramesh | Narayan | 38000 |
| Joyce | English | 25000 |

Sequência de Operações

Pode-se especificar relações temporárias e alterar o nome dos atributos da relação resultante:

$\text{TEMP} \leftarrow \sigma_{\text{DNO}=5}(\text{EMPLOYEE})$

$R_{(\text{FIRSTNAME, LASTNAME, SALARY})} \leftarrow \pi_{\text{FNAME, LNAME, SALARY}}(\text{TEMP})$

(b)

| TEMP | FNAME | MINIT | LNAME | SSN | BDATE | ADDRESS | SEX | SALARY | SUPERSSN | DNO |
|----------|-------|-------|---------|-----------|------------|---------------------------|-----|--------|-----------|-----|
| John | B | | Smith | 123456789 | 1965-01-09 | 731 Forden Houston, TX | M | 30000 | 333445555 | 5 |
| Franklin | T | | Wong | 333445555 | 1965-12-08 | 638 Vasa Houston, TX | M | 40000 | 888990000 | 5 |
| Ramesh | K | | Narayan | 666884444 | 1962-09-15 | 975 Fire Oak J-Lumbia, TX | M | 38000 | 333445555 | 5 |
| Joyce | A | | English | 453454653 | 1972-07-31 | 9631 Rice Houston, TX | F | 25000 | 333445555 | 5 |

R

| FIRSTNAME | LASTNAME | SALARY |
|-----------|----------|--------|
| John | Smith | 30000 |
| Franklin | Wong | 40000 |
| Ramesh | Narayan | 38000 |
| Joyce | English | 25000 |

Vários outros exemplos no Livro



Outras Operações de Conjunto

Igual a Conjuntos

União: Efetua a união de duas relações compatíveis

Notação: $R \cup S$

Diferença: Efetua a diferença entre duas relações compatíveis

Notação: $R - S$

Interseção: Efetua a interseção de duas relações compatíveis

Notação: $R \cap S$

**Duas relações
PRECISAM ser
união-compatíveis**

$$\{1\} \cup \{2\} \Rightarrow \{1,2\}$$

$$\{1,2\} \cup \{2,3\} \Rightarrow \{1,2\}, \{2,3\}$$

$$\{1,2,a\} \cup \{2,3,b\} \Rightarrow \{1,2,a\}, \{2,3,b\}$$

união, interseção e diferença só funcionam se
relações do mesmo grau e tipos equivalentes

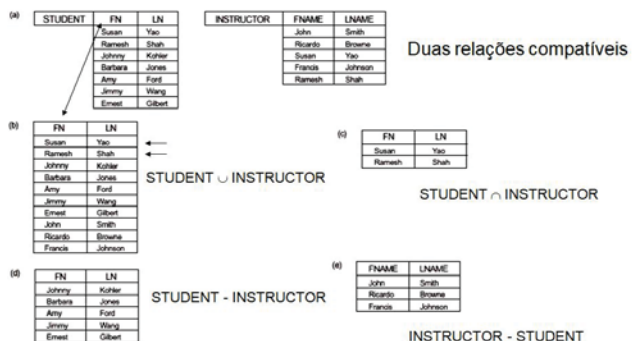


Figura 6.4 As operações de conjunto UNIÃO, INTERSEÇÃO e SUBTRAÇÃO.
(a) Duas relações união compatíveis.
(b) ALUNO U INSTRUTOR. (c) ALUNO Ç INSTRUTOR.
(d) ALUNO % INSTRUTOR. (e) INSTRUTOR % ALUNO.

Exercícios

Autor (id, nomeAutor, endereço, codInst)

Artigo (art, titulo, ano)

AutorArtigo (id, art)

(id) referencia Autor, (art) referencia Artigo

1. Obter nomes dos autores e seus endereços.
2. Obter os dados dos artigos cujo código seja maior do que 1000.
3. Obter os títulos dos artigos publicados a partir de 2015.
4. Obter os títulos dos artigos publicados entre 2015 e 2017, inclusive.
5. Obter os títulos dos artigos seguidos do nome seus autores.
6. Obter os nomes dos autores que publicaram artigos em 2017 e 2018.

