



Banco de Dados

Modelo Relacional, Algebra

Relacional, SQL

Fontes

Karine Reis Ferreira – karine@dpi.inpe.br

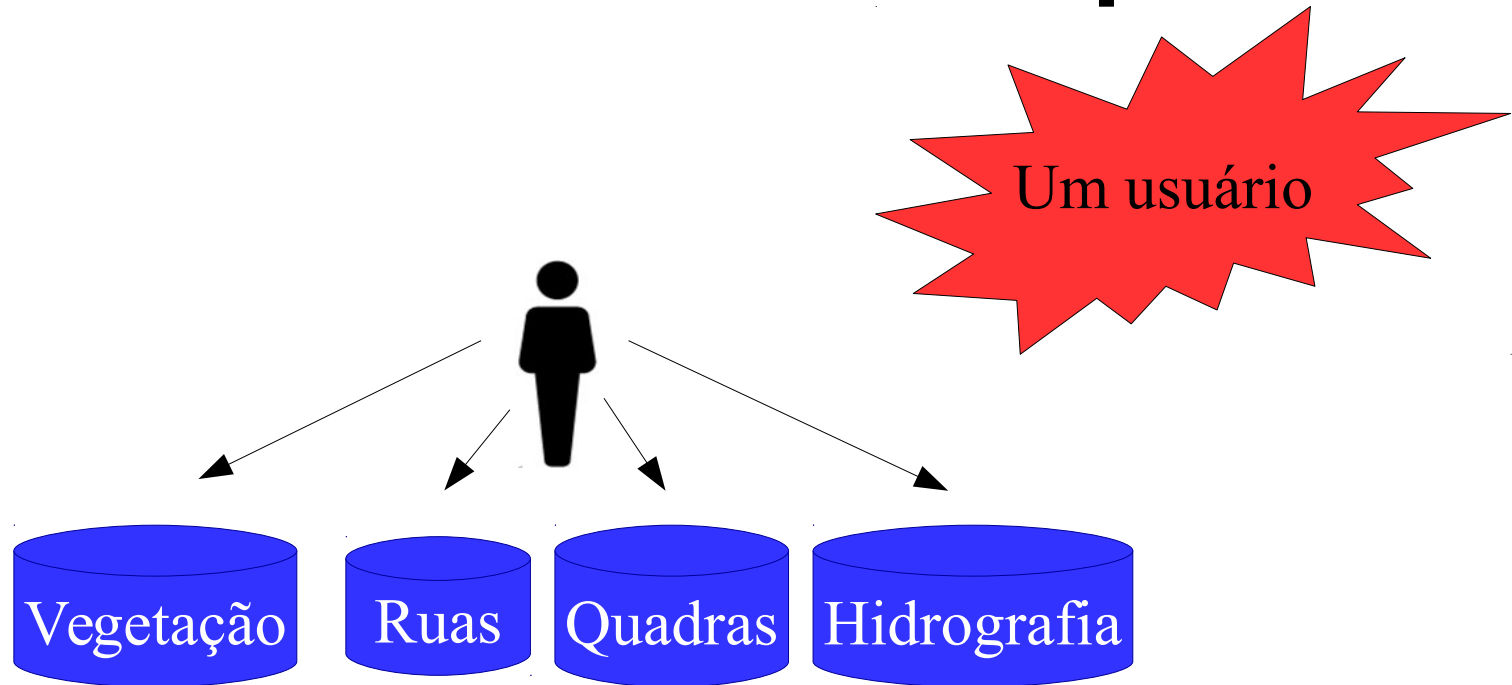
Gilberto Câmara – gilberto@dpi.inpe.br

Gilberto Ribeiro de Queiroz – gribeiro@dpi.inpe.br

Marcos André Gonçalves - UFMG

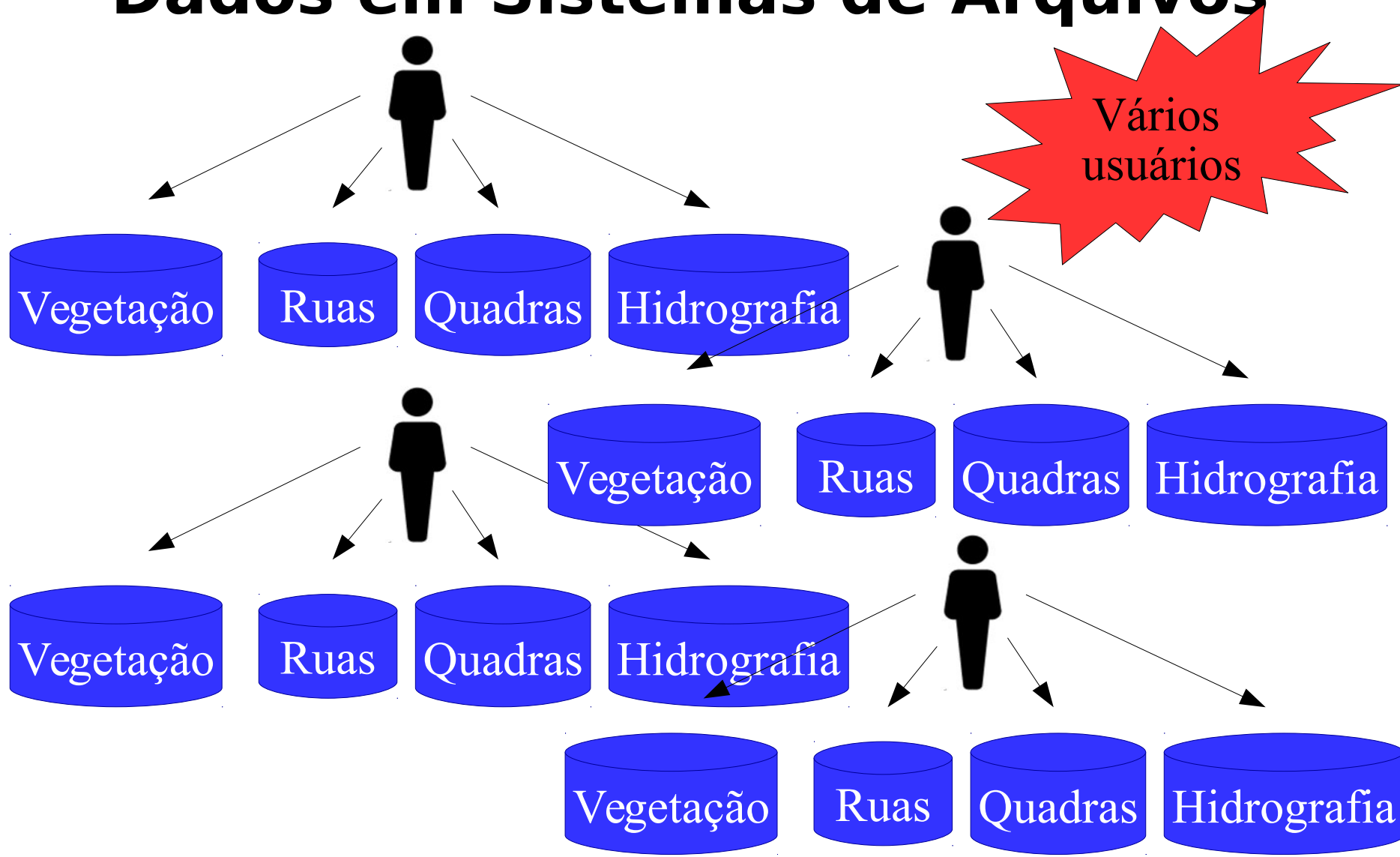


Dados em Sistemas de Arquivos





Dados em Sistemas de Arquivos



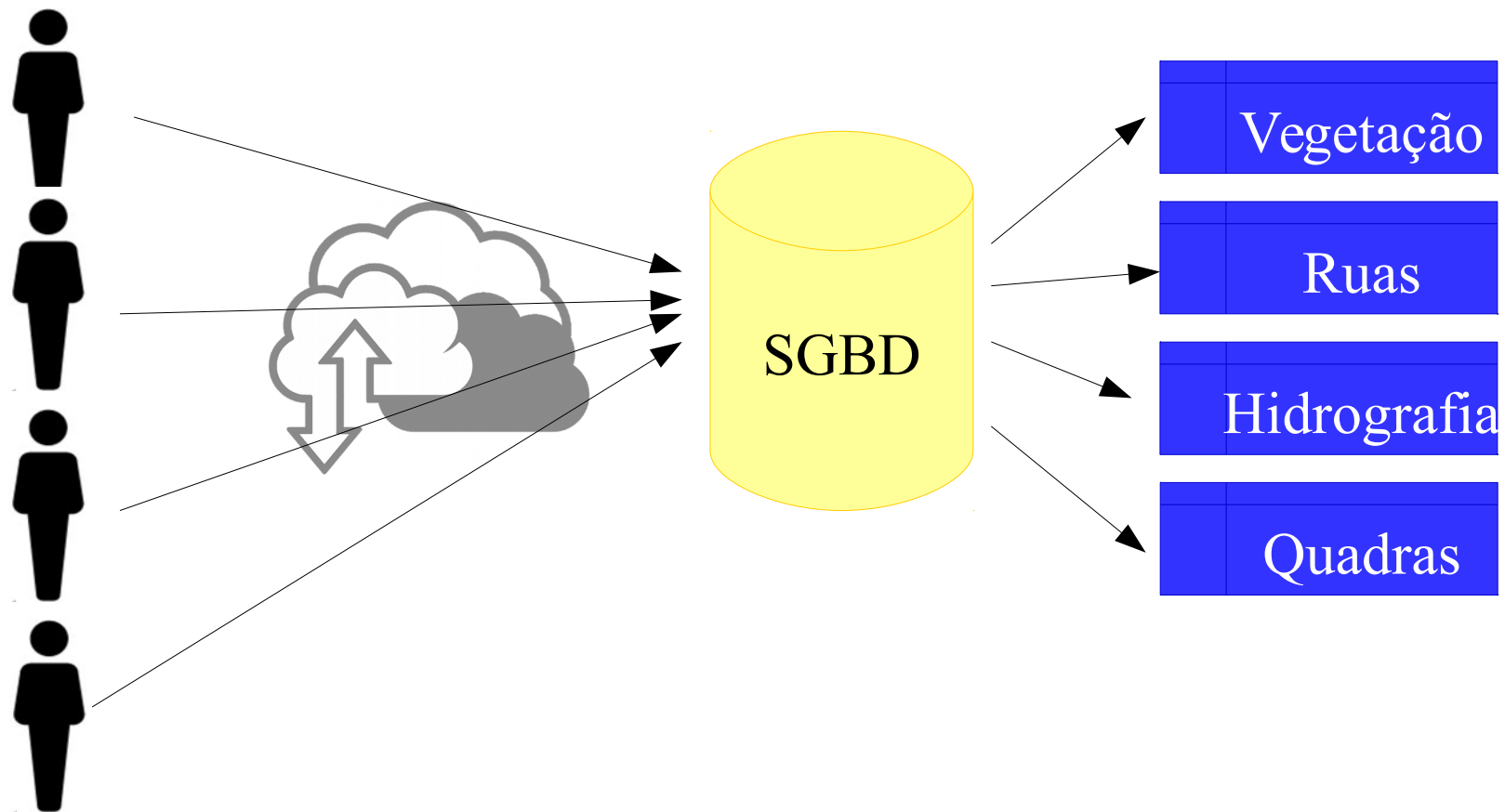
Sistema de Arquivos vs. Banco de Dados

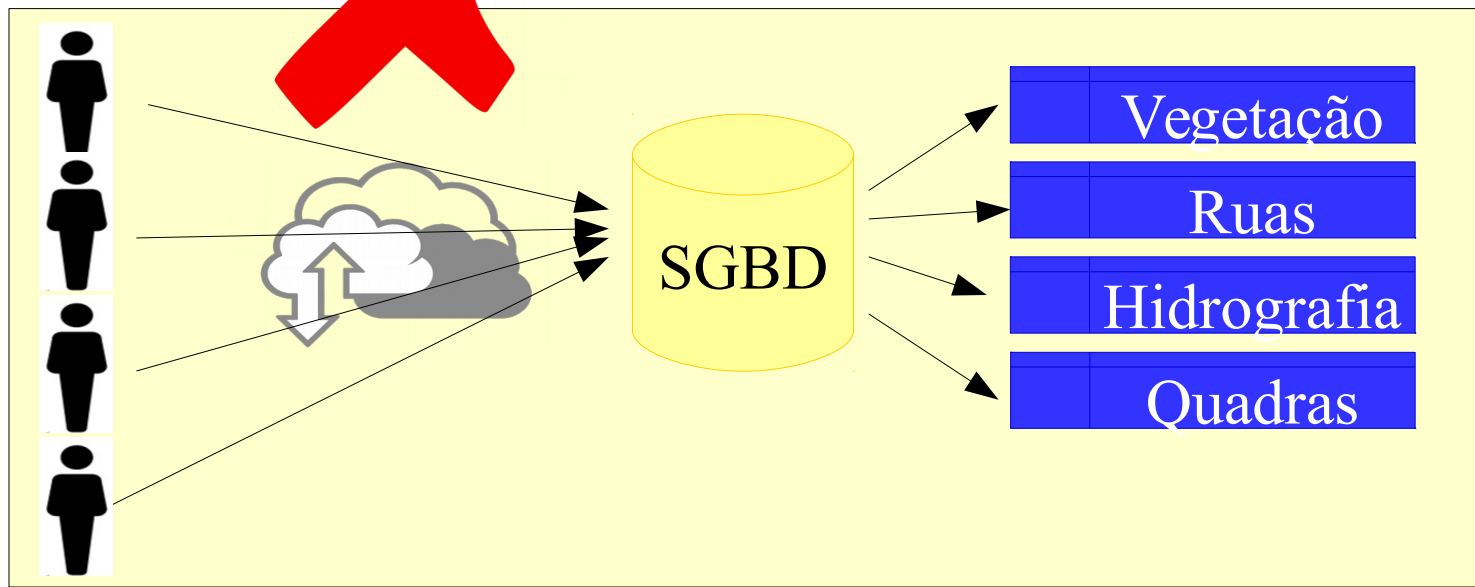
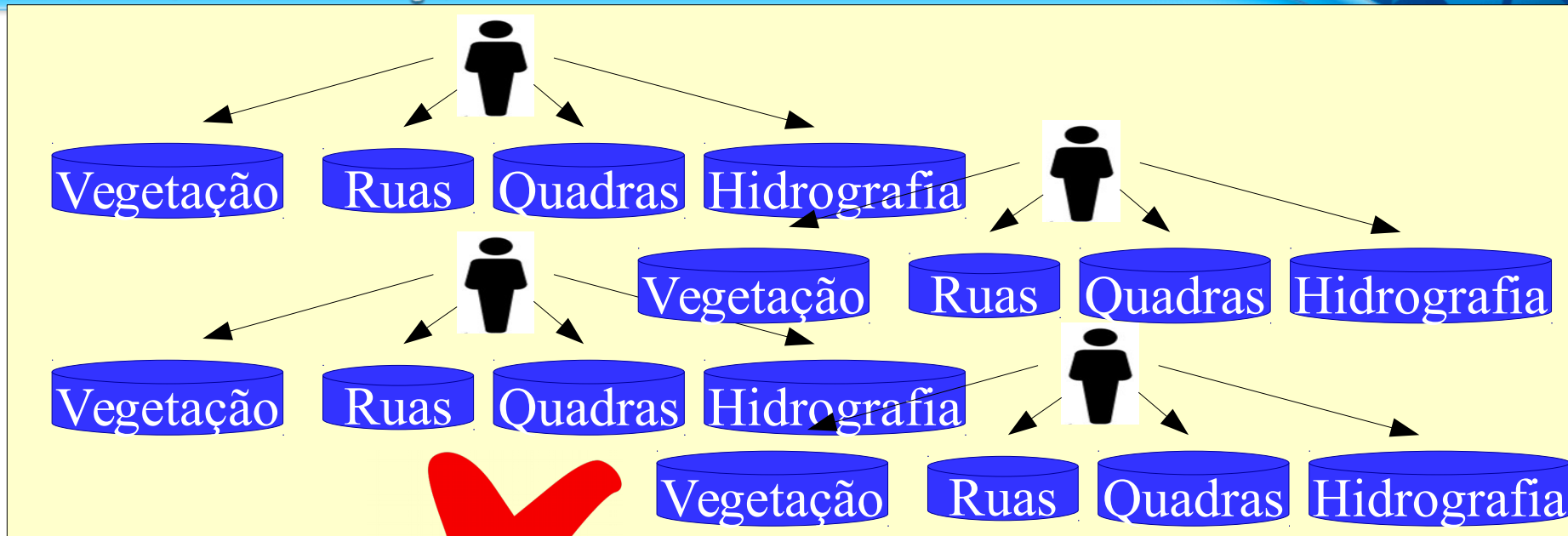
❖ Sistema de Arquivos

- A manutenção é prejudicada pois a estrutura de arquivos é definida e padronizada no próprio código do aplicativo (Cobol, Clipper, etc);
- O compartilhamento de um arquivo por vários programas apresenta dificuldades para gerenciar o acesso a esses arquivos e seu controle;
- O desenvolvimento de arquivos e programas de um mesmo SO é realizado isoladamente por programadores e linguagens diferentes, causando incompatibilidades no sistema;
- A falta de gerenciamento de acessos concorrentes aos dados e recuperação de dados.

Banco de dados

Arquitetura cliente - servidor







Definições Preliminares

- [Chu, 1985]
 - Um banco de dados é um conjunto de arquivos relacionados entre si
- [Date, 2000]
 - Um banco de dados é uma coleção de dados operacionais armazenados usados pelas aplicações de uma determinada organização



Outra Definição de Banco de Dados

- [Elmasri & Navathe, 2000]
 - Um banco de dados é uma coleção de dados relacionados
 - Representando algum aspecto do mundo real (**mini-mundo** ou universo de discurso)
 - Logicamente coerente, com algum significado
 - Projetado, construído e gerado (“povoado”) para uma aplicação específica

Sistema Gerenciador de Banco de Dados

- Um sistema de gerência de banco de dados (SGBD) é um conjunto de programas que permite a criar e manter um banco de dados
- Um conjunto de dados juntamente com o SGBD que o gerência constitui um **sistema de banco de dados**

Alguns SGBDs



www.oracle.com



www-01.ibm.com/software/data/db2/



www.firebirdsql.org/



www.sybase.com.br/



www.microsoft.com/sqlserver/en/us/default.aspx

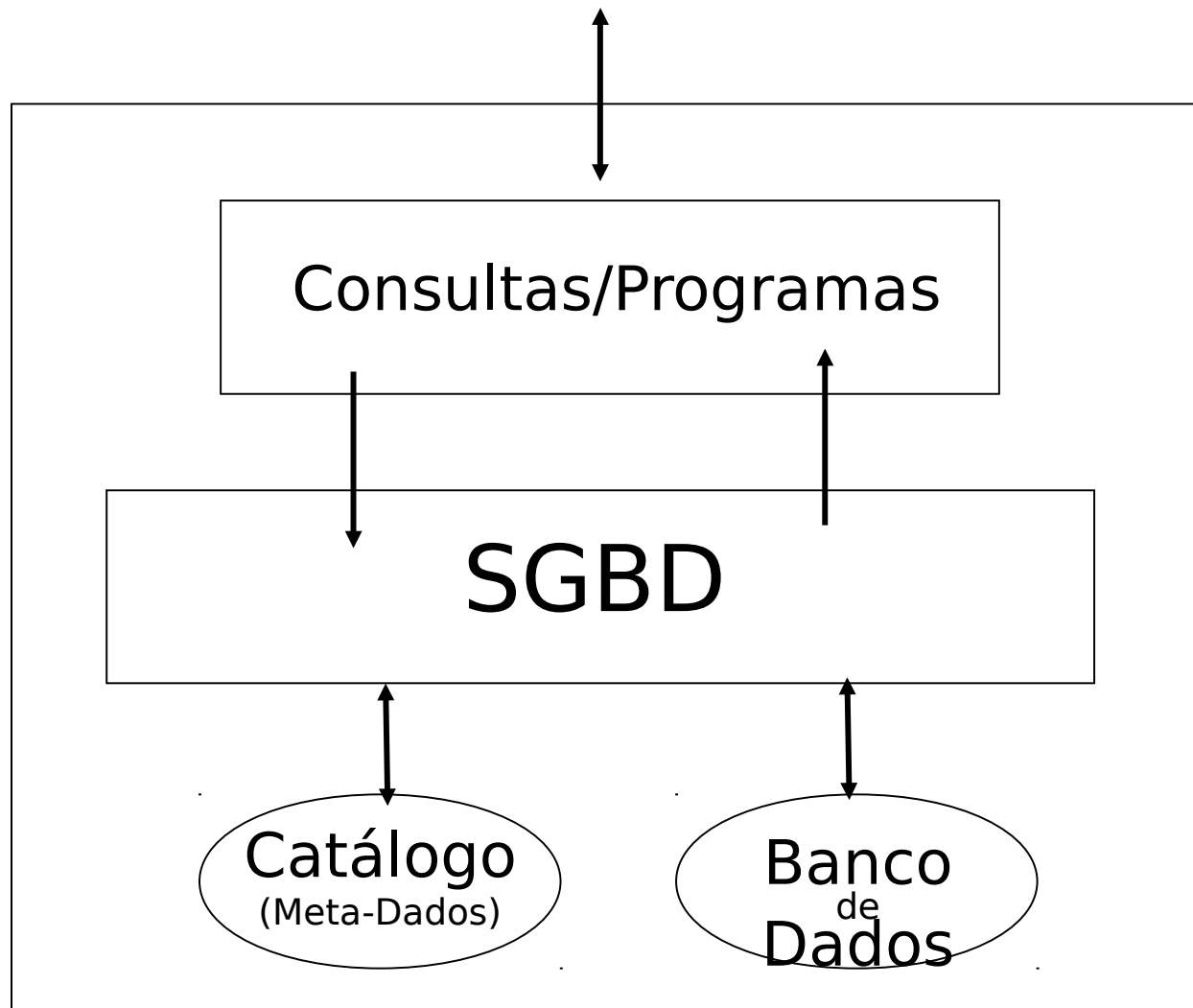


www.postgresql.org/



www.mysql.com/

Usuários/Programadores



Sistema de Banco de Dados



SGBD Relacional

- **Modelo Relacional Ted Codd**
 - (IBM, 1970)
 - Representa o BD como uma coleção de tabelas.
 - Existe somente um tipo construtor: Tabela (Relação)
 - Linguagens do BD: SQL (DDL,DML,QL, TCL, ...)
 - Regras de integridade
 - São definidas no esquema do BD
 - São aplicadas às instâncias do BD



SGBD Relacional

- Seguem um modelo relacional
 - Banco de dados é organizado em uma coleção de relações ou tabelas relacionadas entre si.

Matrícula

MATRICULA	NOME	CURSOID
98765	João	MAT
67765	José	BIO
84562	Maria	ENG
34256	Luis	INFO
3452672	Ana	MAT
34529	Luana	MAT

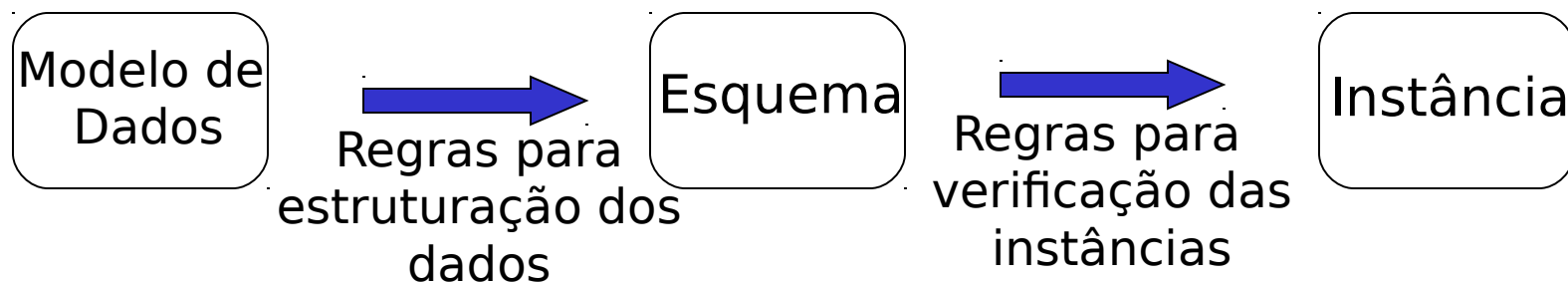
Curso

CURSOID	TITULO	DURAÇÃO
INFO	Informática Indust.	4
BIO	Biologia	4
ENG	Engenharia Civil	5
MAT	Licenciatura Mat.	4

Modelo de Dados, Esquema e Instância

- **Modelo de dados:** Conjunto de conceitos usados para descrever a **estrutura** de um banco de dados
 - Abstração de dados
 - Estrutura = tipos de dados + relacionamentos + restrições (+operações)
- **Esquema:** Descrição (textual ou gráfica) da estrutura de um banco de dados de acordo com um determinado modelo de dados
- **Instância:** Conjunto de dados armazenados em um banco de dados em um determinado instante de tempo

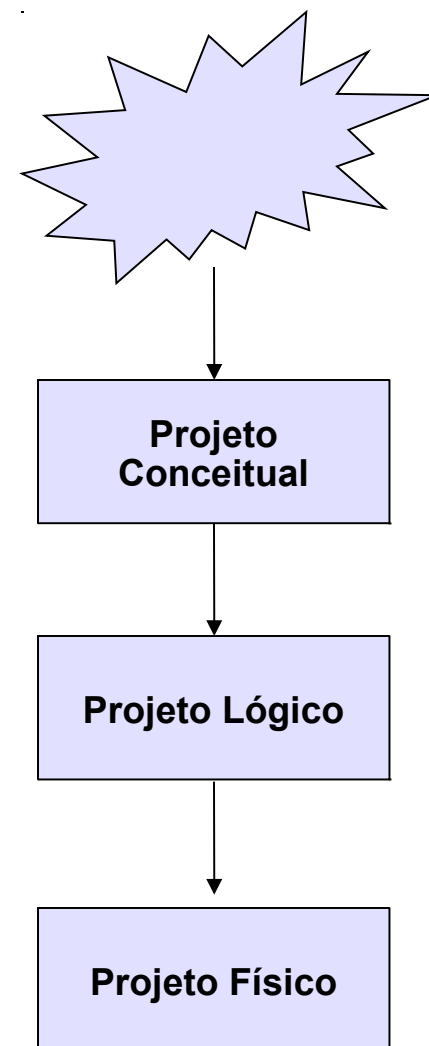
Relação entre Modelo de Dados, Esquema e Instância





Fases de projeto

- Projeto Conceitual
 - Abstração do mundo real
 - Gera um esquema conceitual de BD independente do SGBD
- Projeto Lógico
 - O esquema conceitual é mapeado para o modelo de implementação de dados do SGBD
- Projeto Físico
 - Especificação das necessidades de recursos do SGBD como estruturas de dados e organização de arquivos





Usuários em um Ambiente de BD

- Administradores de banco de dados
- Projetistas de banco de dados
- Analistas de sistema e programadores
- Usuários finais:
 - Usuários casuais
 - Usuários leigos
 - Usuários especializados

Vantagens da Utilização de um SGBD

- Controle de redundância dos dados
- Controle de acesso (segurança)
- Armazenamento persistente dos dados
- Existência de múltiplas interfaces para os usuários
- Representação de relacionamentos complexos entre os dados
- Manutenção de restrições de integridade
- Recuperação de falhas



Modelo Relacional - *Conceitos*

- **Restrições de integridade**
 - Condições que devem ser verificadas pelo **SGBD**.
 - São especificadas no esquema e devem ser mantidas em todas as instâncias deste esquema.



Sistema Gerenciador de BD (SGBD)

- **Restrições de domínio**
 - Especifica qual o tipo de cada atributo
 - O valor de cada atributo deve ser atômico e pertencer ao domínio especificado.

- **Restrições de chave**
 - Chave primária
 - Todas as tuplas de uma relação devem ser distintas.

- **Restrição de nulidade**
 - Se o valor de um atributo pode ou não ser nulo

Sistema Gerenciador de BD (SGBD)

- Restrições de integridade referencial
 - Chave estrangeira
 - especifica uma restrição de integridade referencial entre duas relações R1 e R2
- Restrições de integridade semântica
 - Ex. o saldo de uma conta não pode ser menor do que zero (saldo ≥ 0)

Sistema Gerenciador de BD (SGBD)

■ Trigger (gatilho)

- Um gatilho é um comando executado automaticamente pelo sistema como um efeito colateral de uma modificação no banco de dados.
 - Ex. Sempre que alguém alterar a nota de um aluno, recalcule sua média.

Aluno	Nota	Disciplina
001	6.0	Banco de Dados
001	5.0	Estatística
001	8.5	Física

Aluno	Media
001	6.5
002	7.25



Conceitos

- Independência de dados:
 - física: modificações no esquema físico não acarretam alterações nos programas de aplicação
 - (Alteração de tipo de dados, ex)
 - lógica: modificações no esquema lógico não acarretam alterações nos programas de aplicação
 - (Adição de mais atributos, ex)



Abstração de dados

- Nível de **visões** (de usuário)
 - Alto nível de abstração
 - Diferentes usuários podem ter diferentes visões do BD



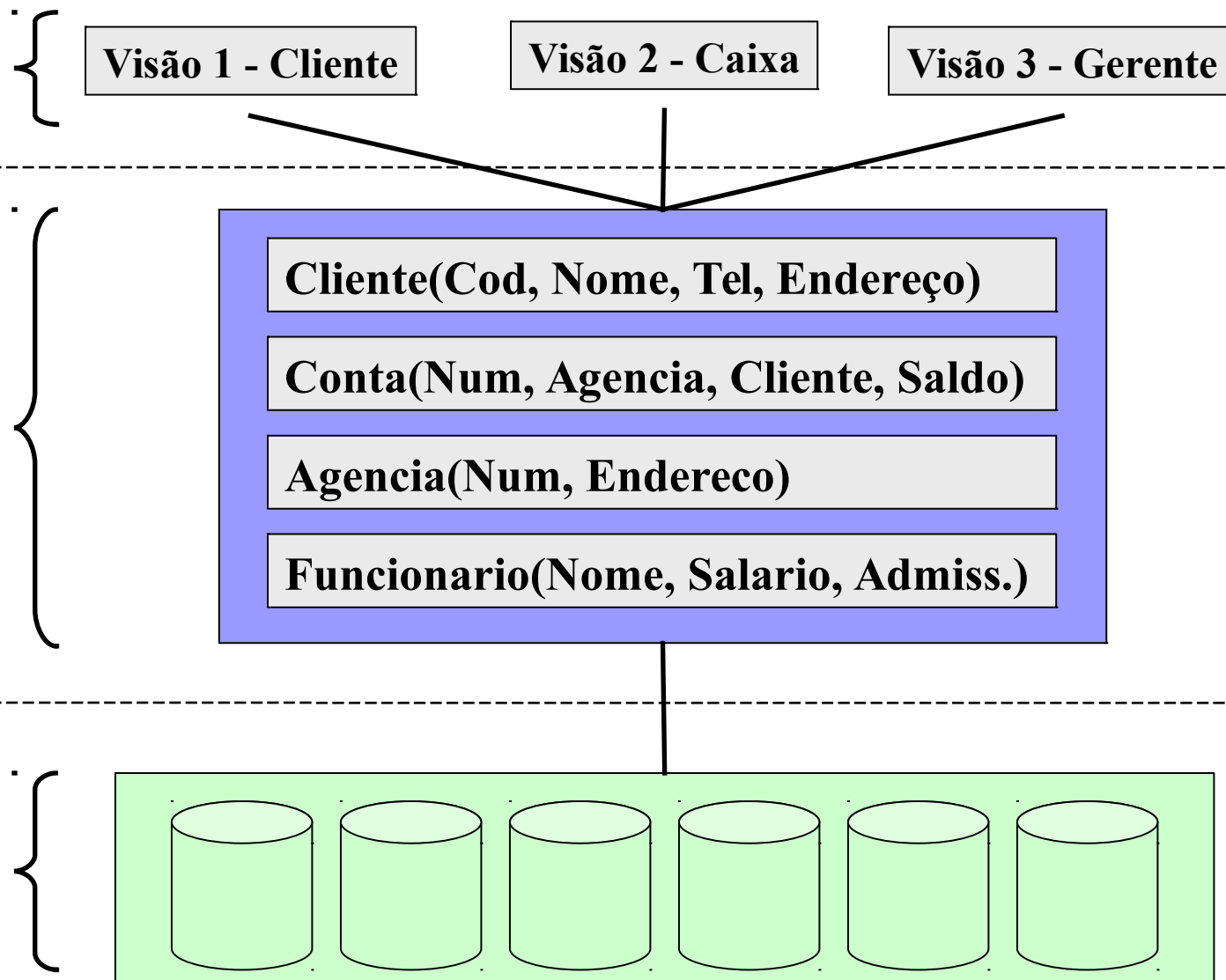
Abstração de dados

- Nível lógico ou conceitual
 - Descreve *quais* dados estão armazenados e as relações entre eles

- Nível físico
 - Descreve *como* os dados estão armazenados
 - Baixo nível de abstração
 - Estruturas complexas e detalhadas



Abstração de dados





Modelos de dados

- Conjunto de conceitos usados para representar os dados, os relacionamentos entre esses dados e as restrições de consistência
- No processo de modelagem é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real
- São classificados em 3 grupos:
 1. Modelo lógico baseado em objetos
 2. Modelo lógico baseado em registros
 3. Modelo físico de dados



Modelos lógicos de dados

- Descrição dos dados nos níveis lógico:
 1. Modelos baseados em objetos
 - Modelo Entidade-Relacionamento (E-R)
 - Modelos orientados a objetos
 2. Modelos baseados em registros
 - **Modelo Relacional**
 - Modelo de redes
 - Modelo de hierárquico




Modelo Relacional

- Banco de Dados Relacional
 - Coleção de tabelas, compostas por colunas e linhas, inter-relacionadas

PROPRIETARIO

CPF	NOME	RUA	NUMERO	BAIRRO
08940256	JOÃO DA SILVA	SAO JOAO	180	CENTRO
03727298	HENRIQUE CARDOSO	IMIGRANTE	1700	VILA 12
97260089	JOSÉ DE SOUZA	SAO JOAO	35	CENTRO

LOTE



NUMERO	PROPRIETARIO_CPF	AREA_TOTAL	AREA_CONST
00001	08940256	400.000	0
00003	03727298	150.000	75.00
00039	03727298	500.000	0



Modelo Relacional

- Características:
 - Consiste em um conjunto de tabelas ou *relações* formadas por linhas e colunas
 - Cada coluna (campo):
 - Representa um atributo
 - Está associada a um domínio (conjunto de valores permitidos)
 - Cada linha (registro ou *tupla*):
 - Representa um relacionamento entre um conjunto de valores para cada atributo



Modelo Relacional

- Conceito de *relação*
 - Define uma tabela do banco de dados
 - Domínio de um atributo: conjunto de possíveis valores
 - Ex.:

$$\mathbf{D_1 = \{ x \in \mathbb{R} \mid x \geq -5 \text{ e } x \leq 5 \}}$$

$$\mathbf{D_2 = \{ y \in \mathbb{R} \mid y \geq 0 \}}$$



Modelo Relacional

- Conceito de *relação*
 - Dados os domínios D_1, D_2, \dots, D_n não necessariamente distintos, uma relação é definida como:
$$R = \{ (d_1, d_2, \dots, d_n) \mid d_1 \in D_1, d_2 \in D_2, \dots, d_n \in D_n \}$$
 - O conjunto (d_1, d_2, \dots, d_n) de valores ordenados define uma *tupla*
 - Uma relação é o conjunto de *tuplas* ordenadas, onde n define o grau da relação



Modelo Relacional

■ Exemplo de *relação*

PROPRIETARIO

CPF	NOME	RUA	NUMERO	BAIRRO
08940256	JOÃO DA SILVA	SAO JOAO	180	CENTRO
03727298	HENRIQUE CARDOSO	IMIGRANTE	1700	VILA 12
97260089	JOSÉ DE SOUZA	SAO JOAO	35	CENTRO

Quais são os domínios dos atributos?



Modelo Relacional

■ Exemplo de *relação*

PROPRIETARIO

CPF	NOME	RUA	NUMERO	BAIRRO
08940256	JOÃO DA SILVA	SAO JOAO	180	CENTRO
03727298	HENRIQUE CARDOSO	IMIGRANTE	1700	VILA 12
97260089	JOSÉ DE SOUZA	SAO JOAO	35	CENTRO

Atributo

cpf

nome

rua

numero

bairro

Domínio

inteiro longo positivo

conjunto de caracteres

conjunto de caracteres

inteiro positivo

conjunto de caracteres



Modelo Relacional

- Super-chave:
 - Conjunto de um ou mais atributos que permitem identificar cada registro da tabela como único.
- Chave candidata:
 - corresponde a super-chave mínima, ou seja, não existe sub-conjunto da chave candidata.
 - { cpf, nome } chave candidata?
 - { cpf } chave candidata?
- Chave primária:
 - chave candidata escolhida no projeto da tabela do banco para identificar unicamente cada registro ou *tupla*.

Modelo Relacional

- Chave primária:
 - Coluna ou combinação de colunas cujos valores distinguem uma linha ou registro das demais dentro de uma tabela
 - Restrição de chave

chave primária


PROPRIETARIO				
CPF	NOME	RUA	NUMERO	BAIRRO
08940256	JOÃO DA SILVA	SAO JOAO	180	CENTRO
03727298	HENRIQUE CARDOSO	IMIGRANTE	1700	VILA 12
97260089	JOSÉ DE SOUZA	SAO JOAO	35	CENTRO



Modelo Relacional

- Chave primária:
 - Coluna ou combinação de colunas cujos valores distinguem uma linha ou registro das demais dentro de uma tabela
 - Restrição de chave

chave primária composta



RUA		NUM_INICIAL	NUM_FINAL	BAIRRO
SAO JOAO	TRC01	0	180	CENTRO
SAO JOAO	TRC02	190	1700	CENTRO
IMIGRANTES	TRC01	0	500	VILA 1

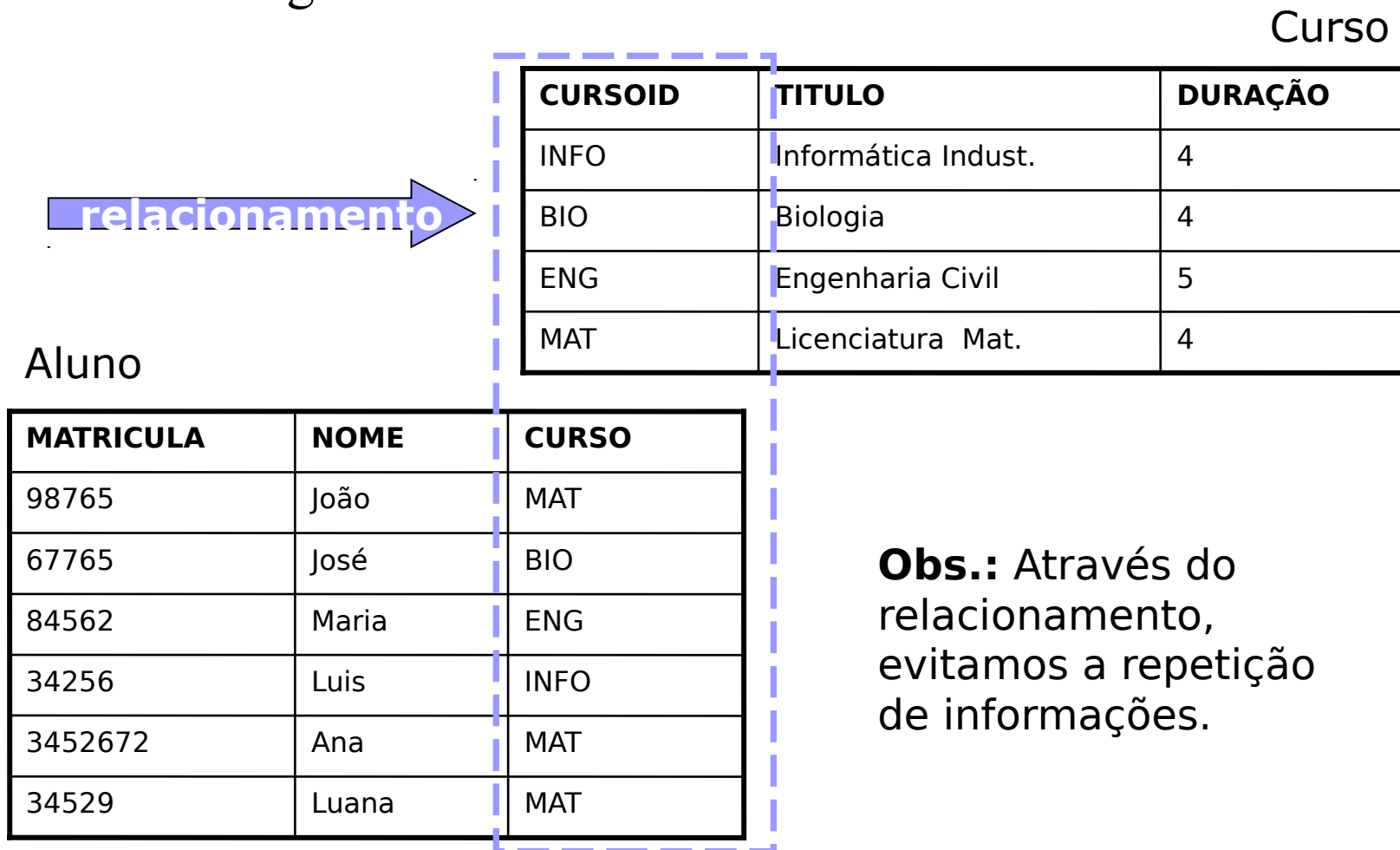


Modelo Relacional

- Chave estrangeira
 - Implementa a restrição de integridade referencial.
 - Coluna ou combinação de colunas, cujos valores aparecem necessariamente na chave primária de uma outra tabela.
 - Mecanismo que permite a implementação de relacionamentos em um banco de dados relacional.

Modelo Relacional

- Chave estrangeira





Modelo Relacional

- Chave estrangeira
 - Uma chave estrangeira não precisa ser uma chave primária na sua relação.
 - Uma chave estrangeira não precisa ter o mesmo nome do que a chave primária correspondente na outra tabela (apenas o mesmo domínio).



Modelo Relacional

- Chave estrangeira impõe restrições que devem ser garantidas ao serem executadas no BD:
 - Inclusão de uma linha na tabela que contém a chave estrangeira:
 - Garantir que o valor da chave estrangeira exista na chave primária da outra tabela.
 - Alteração do valor da chave estrangeira:
 - O novo valor deve aparecer na coluna da chave primária referenciada.



Modelo Relacional

- Chave estrangeira impõe restrições que devem ser garantidas ao serem executadas no BD:
- Exclusão de uma linha da tabela que contém a chave primária referenciada por uma chave estrangeira:
 - Não se exclui a linha caso exista um valor na tabela com a chave estrangeira.
 - Remove-se também a linha com o valor de chave estrangeira.
 - Valor da chave estrangeira é ajustado como NULL.



Modelo Relacional

- Chave estrangeira impõe restrições que devem ser garantidas ao serem executadas no BD:
- Alteração do valor da chave primária referenciada por alguma chave estrangeira:
 - Propagar a modificação
 - Não deixar que seja feita a modificação



Linguagens para operações e manipulações

Álgebra relacional (conceitual)

SQL (implementação)



Modelo Relacional - *Conceitos*

- **Linguagens formais**
 - Álgebra relacional
 - Cálculo relacional
- **Linguagem comercial**
 - SQL (*Structured Query Language*)



Álgebra Relacional

- Linguagens de Consulta Formais
 - Duas linguagens de consulta matemáticas formam a base para a definição e para a implementação de linguagens “reais” (isto é, SQL):
 - Álgebra relacional: mais operacional, útil para representar planos de execução de consultas
 - Cálculo relacional: permite que o usuário especifique o que deseja, sem dizer como o sistema deve proceder.
 - Conhecimentos de álgebra relacional são fundamentais para se entender SQL!



Álgebra Relacional

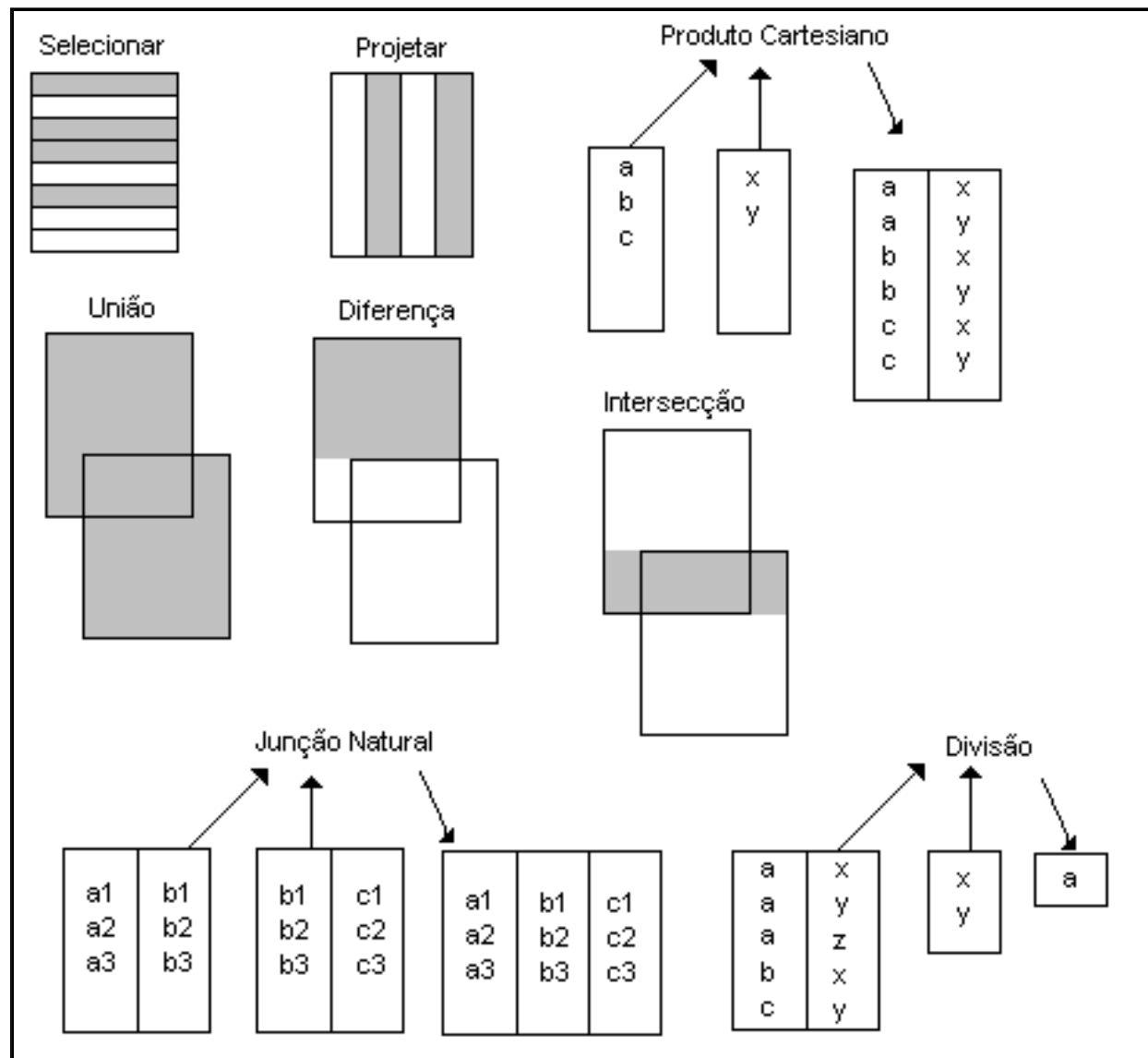
- Álgebra Relacional
 - linguagem de consulta procedural
 - composta por um conjunto de operações utilizadas para manipular relações
- Operação da Álgebra Relacional
 - Definida sobre uma ou mais relações, resultando sempre em uma relação
- Expressão da Álgebra Relacional
 - Sequência de operações



Álgebra Relacional

- Operações sobre conjuntos
 - União
 - União Exclusiva
 - Interseção
 - Diferença
 - Produto Cartesiano
- Operações Relacionais Unárias
 - Seleção
 - Projeção
 - Rename
- Operações Relacionais Binárias
 - Junção
 - Divisão

Álgebra Relacional - Resumo





Implementação de um SGBD



- Os componentes funcionais do SGBD:
 - componentes de ***processamento de consultas (SQL)***
 - componentes de gerenciamento de armazenamento



Conjuntos de operações SQL

- **DML**: Data Manipulation Language
 - SELECT, UPDATE, INSERT and DELETE
- **DDL**: Data Definition Language
 - CREATE, ALTER, DROP, TRUNCATE
- **DCL**: Data Control Language
 - GRANT, REVOKE
- **TCL**: Transactional Control Language
 - COMMIT, ROLLBACK, SAVE TRANSACTION



Componentes de um SGBD

- Conceitos importantes:
 - Pragmatismo: primeiro modelagem (documentada), seguida de definição e instanciação, e só depois o uso
 - 1. **Modelagem:** modelo entidade/relacionamento ou relacional
 - 2. **Definição:** SQL, subconjunto DDL
 - 3. **Instanciação:** SQL, subconjuntos DDL/DML
 - 4. **Uso:** SQL, subconjunto DML



DDL

- ***SQL - Data Definition Language*** (DDL)
 - conjunto de comandos para definição do esquema da base de dados
 - Exemplos em linguagem SQL
 - *create table*
 - *alter table*
 - *drop table*



DDL

■ Metadados

■ **Dicionário de Dados:**

- banco de dados do sistema
- armazena descrição do esquema
- armazena metadados
- armazena restrições de segurança e integridade
- outras denominações: catálogo de dados, diretório de dados



DML

- ***SQL - Data Manipulation Language*** (DML)
 - recuperação (consulta)
 - inserção
 - remoção
 - modificação
 - DML viabiliza manipulação dos dados de maneira compatível com o modelo de dados



DML

- ***Data Manipulation Language*** (DML)
 - Exemplos em linguagem SQL
 - *insert*
 - *select*
 - *delete*
 - *update*
 - ...

