

# Fundamentos de bancos de dados

Lúbia Vinhas

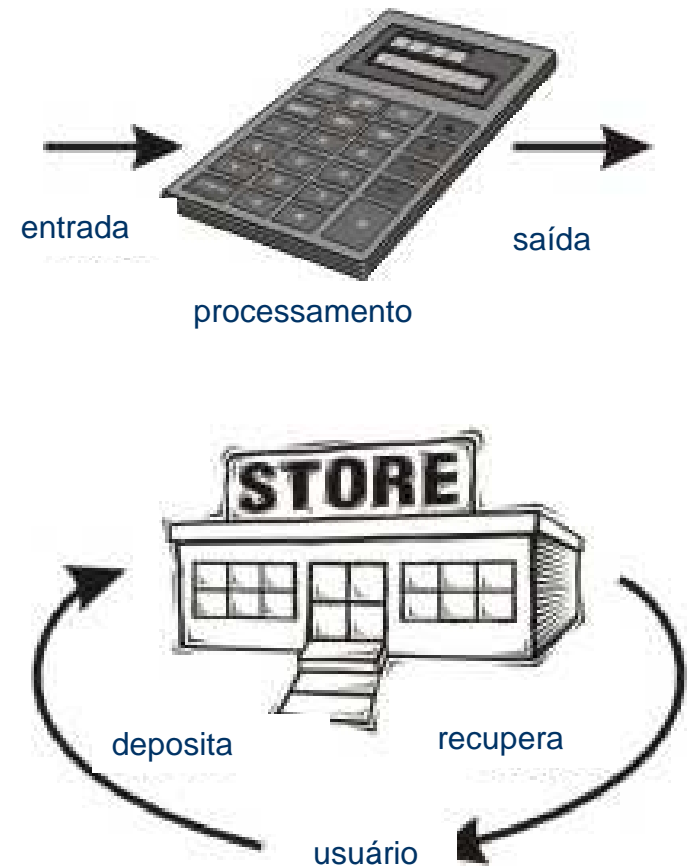
# Fundamentos de bancos de dados

---

- Um **banco de dados** é uma coleção de dados organizada de forma que um computador possa armazená-los e recuperá-los de maneira eficiente
- É um repositório de dados logicamente relacionados
- Um banco de dados é criado e mantido através de um software de propósito geral chamado **Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD)**

# Bancos de dados

- Antes dos bancos de dados, a função principal dos computadores era converter dados entre diferentes formatos
  - *O computador é uma calculadora gigante*
- Bancos de dados transformam os computadores em repositórios de dados
  - *O computador é um repositório de dados*
- A maioria das aplicações (SIG inclusive) precisam de um balanço entre processamento e armazenamento



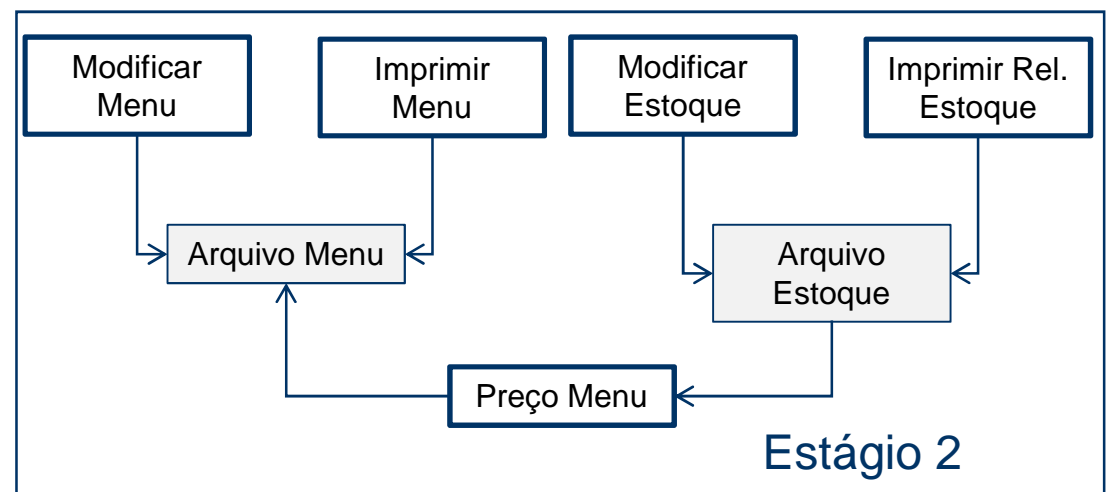
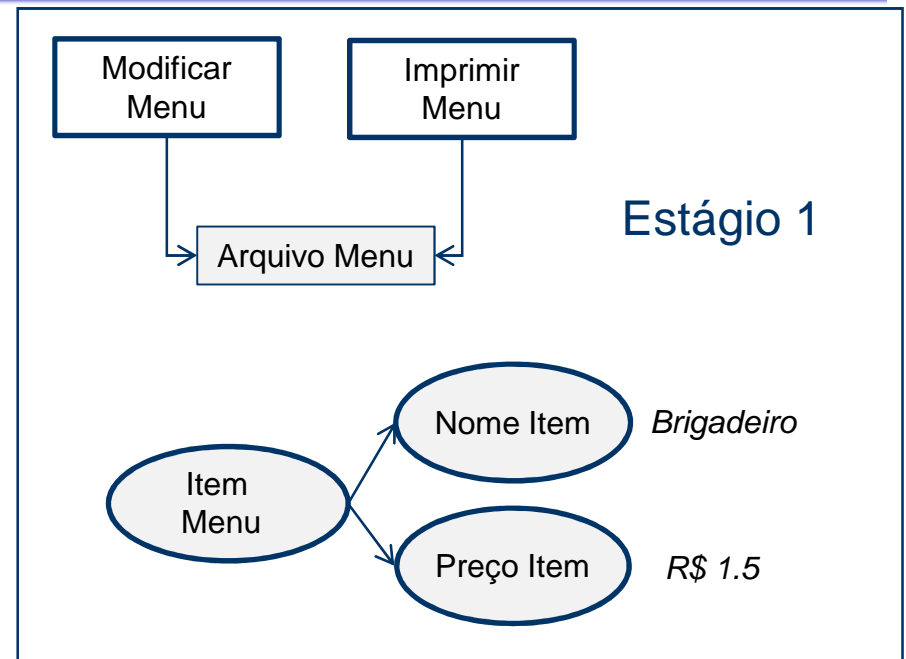
# Bancos de Dados

---

- Para que possam ser úteis, bancos de dados devem oferecer:
  - Confiabilidade
  - Integridade
  - Segurança
  - Visões
  - Interface
  - Independência de dados
  - Auto-descrição
  - Concorrência
  - Capacidade de rodar de forma distribuída
  - Alta performance
- Todas essas funções são executadas pelos SGBD – Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados

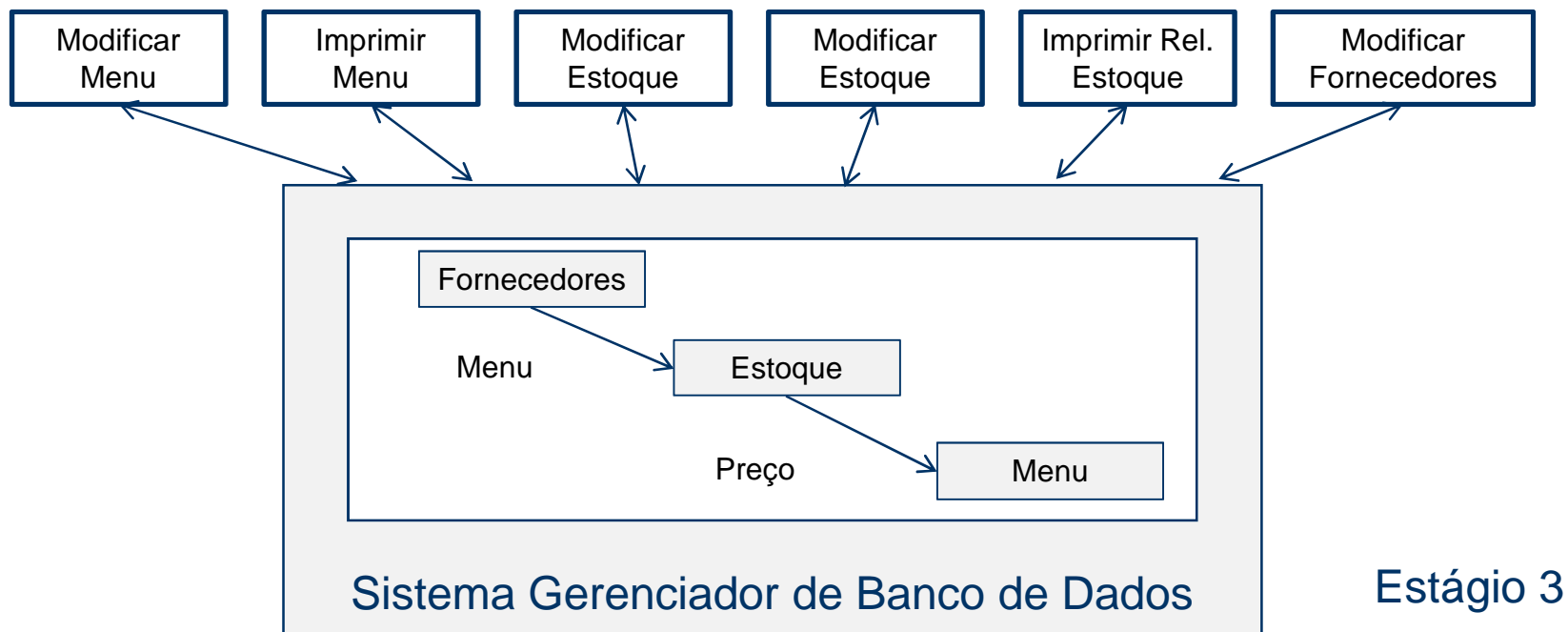
## Ex: Encomendas para festa

- Podemos escrever um programa para organizar o estoque de alguém que aceita encomendas para festa
- Com o tempo esse programa irá se tornar muito complexo, com muitas funções



## Ex: Encomendas para festa 2

- Principais problemas da abordagem anterior:
  - Perda de integridade
  - Perda de independência
  - Perda de segurança
- Estágio 3, o banco de dados, resolve esses problemas



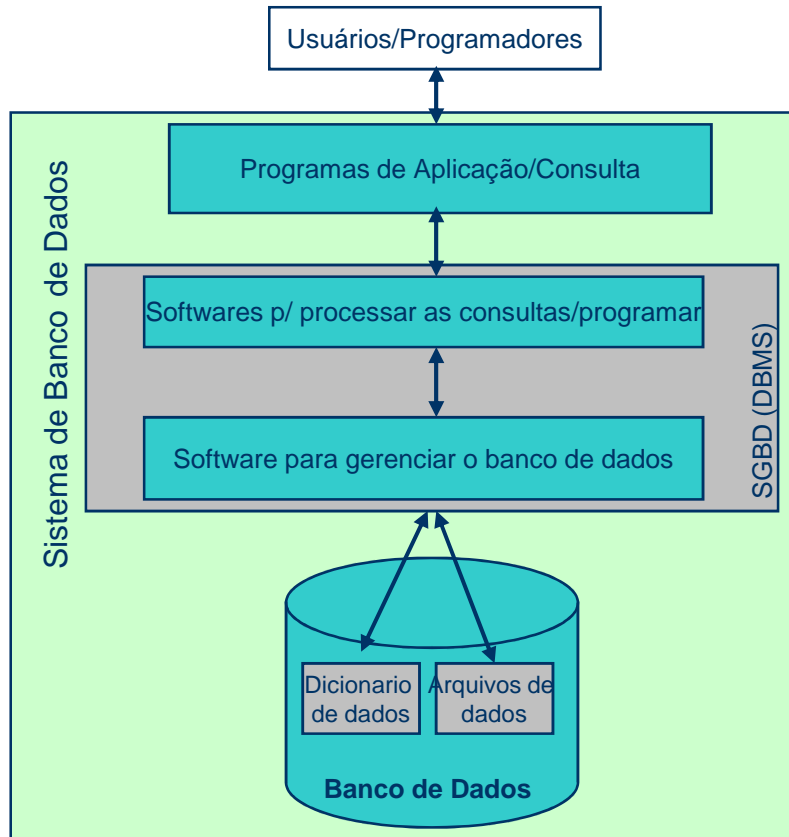
Estágio 3

# Algumas aplicações de banco de dados

---

- Bancos de dados caseiros
  - Aplicações simples (ex. encomendas para festa)
- Bancos de dados comerciais
  - Armazena todas as informações relativas ao negócio (ex. fornecedores, clientes, empregados)
- Bancos de dados de engenharia
  - Armazena informações sobre projetos de engenharia (ex. CAD)
- Bancos de dados multi-media
  - Armazena imagens, áudio e vídeo
- Bancos de dados geográficos
  - Armazenam combinações de dados espaciais e não espaciais

## Um SGBD oferece:



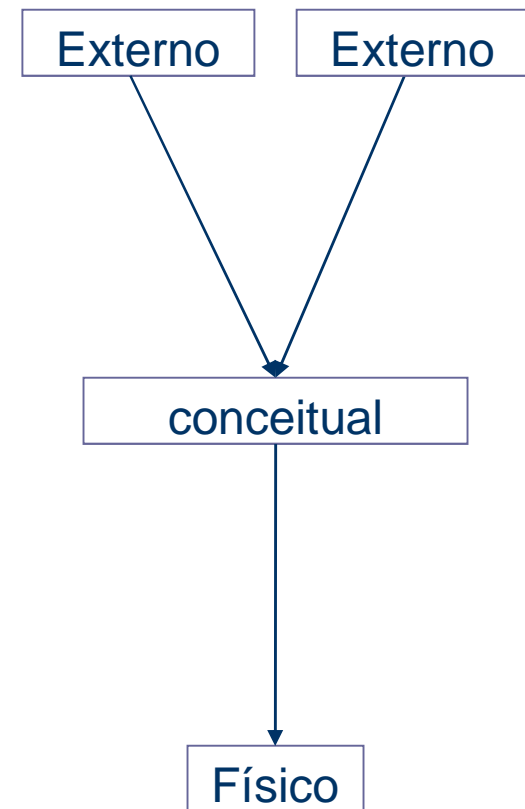
- Interfaces baseadas em modelo de dados de alto nível tanto para a definição da estrutura da base quanto para sua consulta
- Mecanismos que garantem restrições de integridade (ex. triggers, assertions)
- Atomicidade-consistência-integridade-durabilidade) (ex. controle de concorrência, subsistema de recuperação)
- Controle de acesso
- Métodos de acesso e armazenamento eficientes (ex. otimização de consultas)



# SGBD's tem vários níveis

---

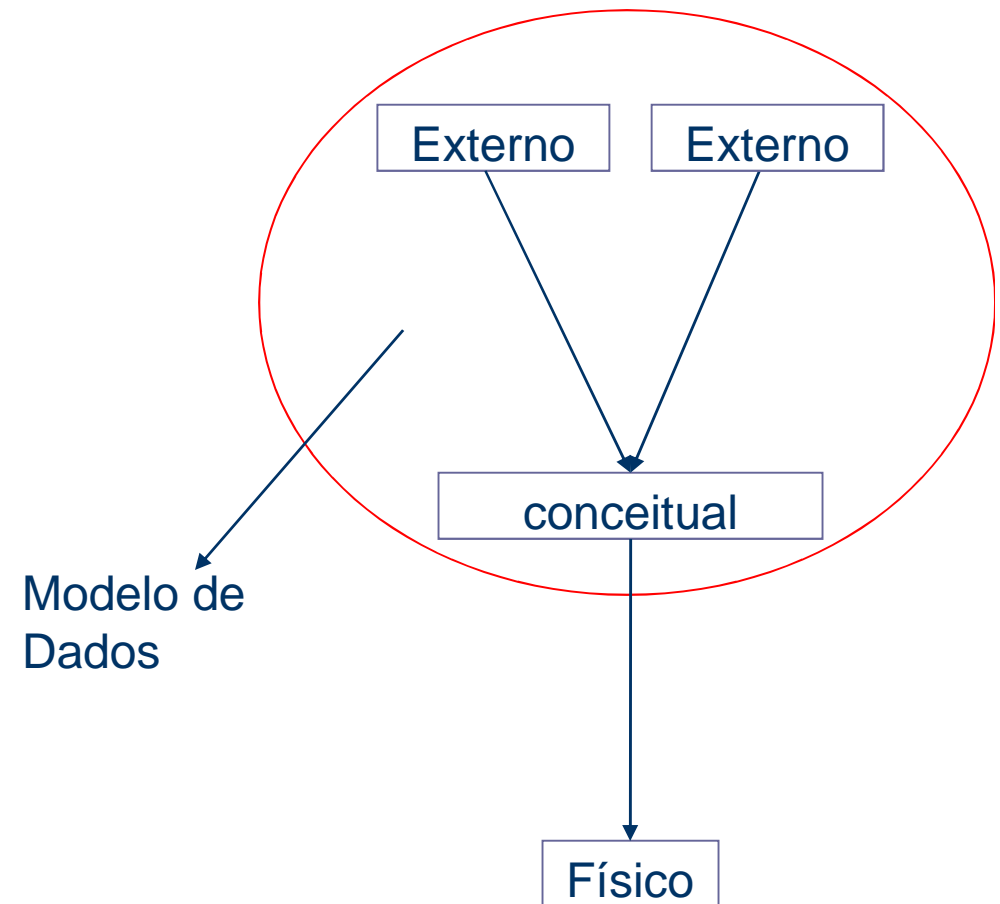
- nível externo:
  - especificação da organização conceitual do BD, vista por um grupo de usuários
- nível conceitual:
  - especificação da organização conceitual do BD, ou seja, o quê o BD armazena
- nível físico ou interno:
  - especificação das estruturas de armazenamento do BD, ou seja, como o BD está armazenado



# Vantagens da especificação em níveis

---

- Facilidade de manutenção
- Independência física (dos dados)
  - Permite modificar as estruturas de armazenamento sem impactar as aplicações
- Independência lógica (dos dados)
  - Separação entre **esquema externo** e **esquema conceitual** permite modificar a organização conceitual com impacto mínimo nas aplicações.
  - As aplicação são construídas sobre o nível externo



# Modelos de dados

---

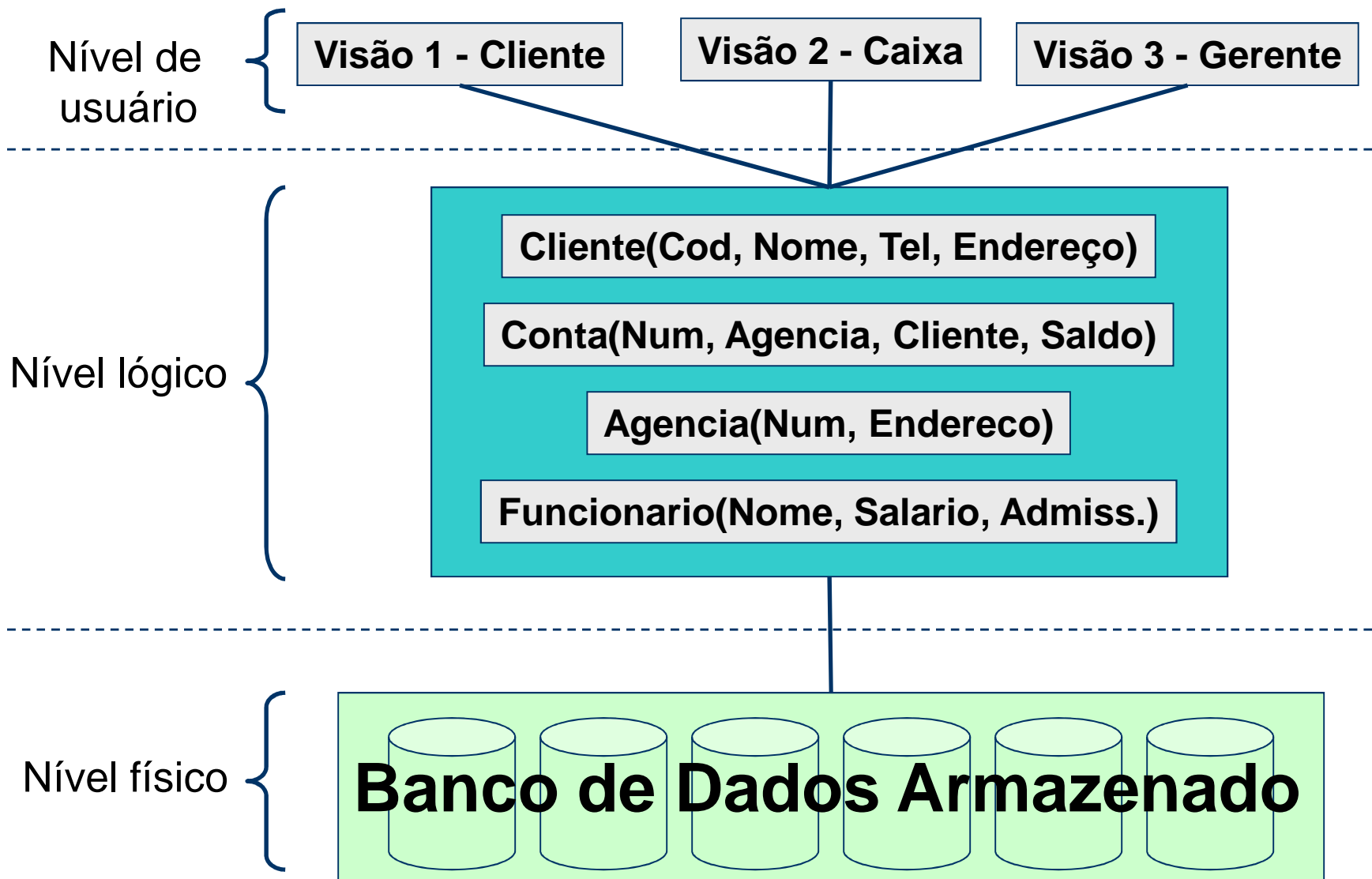
- Conjunto de conceitos usados para representar os dados, os relacionamentos entre esses dados e as restrições de consistência da base
- No processo de modelagem é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real

# Abstração de dados

---

- Nível de visões (de usuário)
  - Descreve como **um usuário vê** o banco de dados
  - Diferentes usuários podem ter diferentes visões do BD
- 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 – Exemplo



# Projeto de um Banco de Dados

---

- Começa com um levantamento de requisitos
- Modelagem conceitual
- Modelagem lógica
- Refinamento e projeto físico
- Termina com o projeto físico do banco

# Modelo Entidade-Relacionamento (E-R)

---

- Introduzido em 1976 por Peter Chen, é a abordagem mais adotada para **modelagem conceitual de dados**. Objetivo é facilitar o projeto do banco de dados representando sua estrutura lógica
- Definição: modelo baseado na percepção do mundo real como um conjunto de objetos chamados **entidades** e pelo conjunto de **relacionamentos** entre esses objetos
- Ao longo do tempo diferentes versões de do modelo E-R foram sendo propostas para representar diferentes conceitos

# Conceitos básicos do Modelo E-R

---

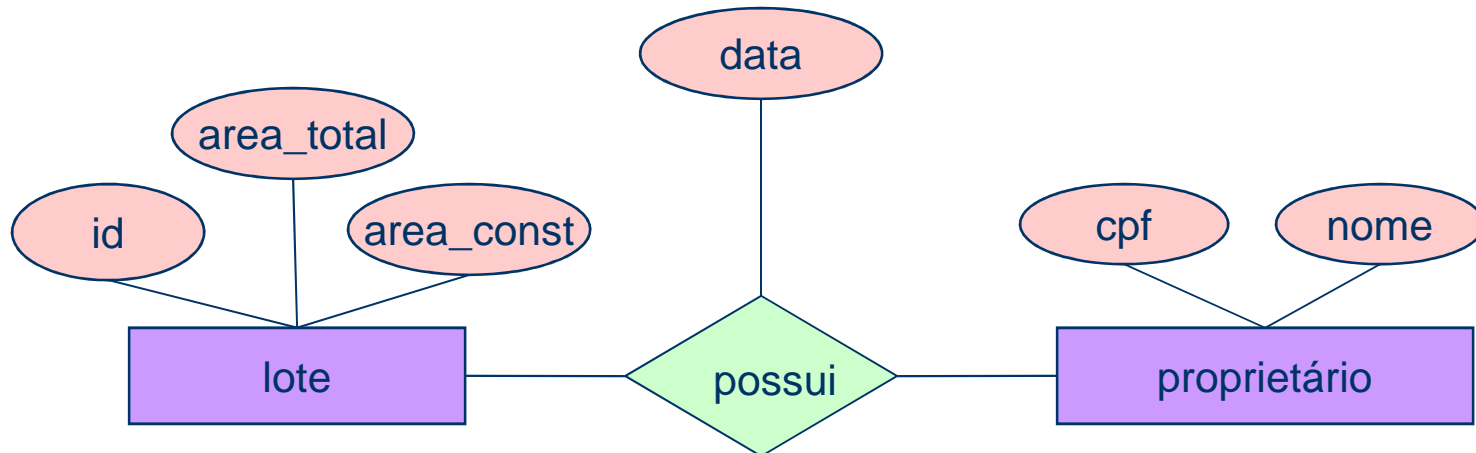
- Entidades
  - Objetos básicos do mundo real
  - Um conjunto de entidades agrupa entidades do mesmo tipo
- Relacionamentos
  - Associação entre conjuntos de entidades
- Atributos
  - Associados a entidades e a relacionamentos
  - Uma entidade é representada por um conjunto de atributos
  - Cada atributo possui um domínio



# Representação Gráfica do Modelo E-R

---

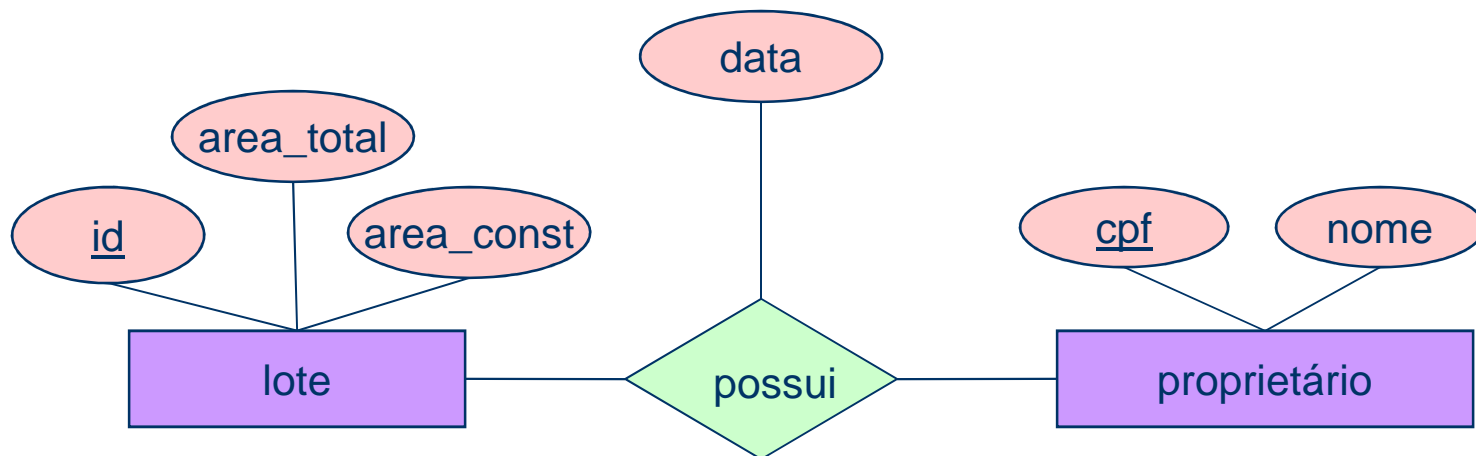
- Retângulos: conjunto de entidades
- Elipses: atributos
- Losangos: relacionamentos



# Modelo E-R

---

- Atributo identificador
  - Atributo que vai identificar unicamente cada instância da entidade
  - Devem ser sublinhados

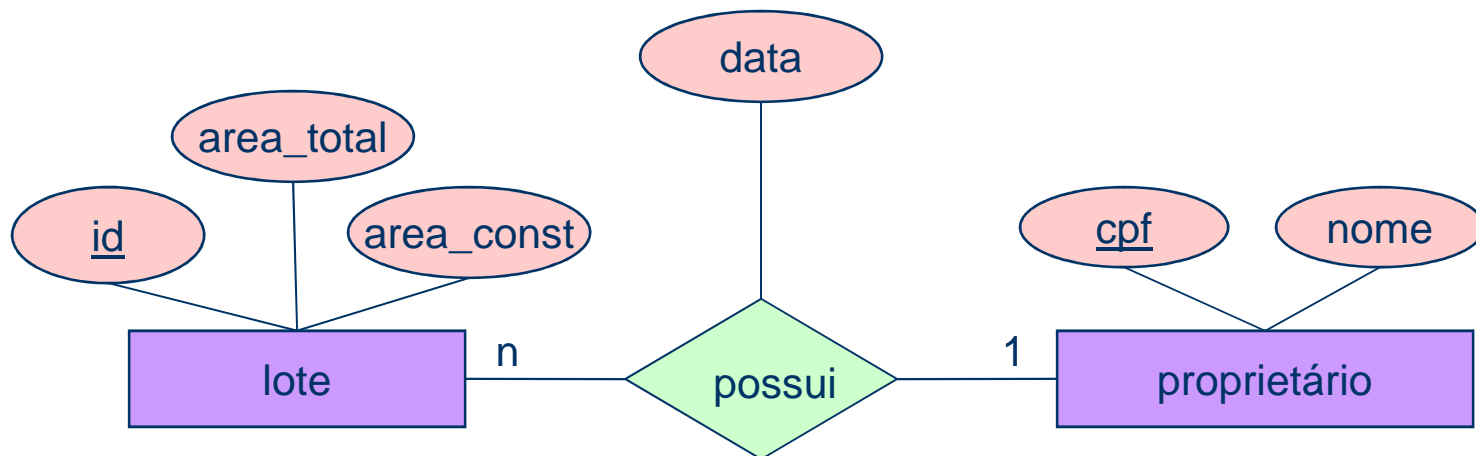


# Modelo E-R

---

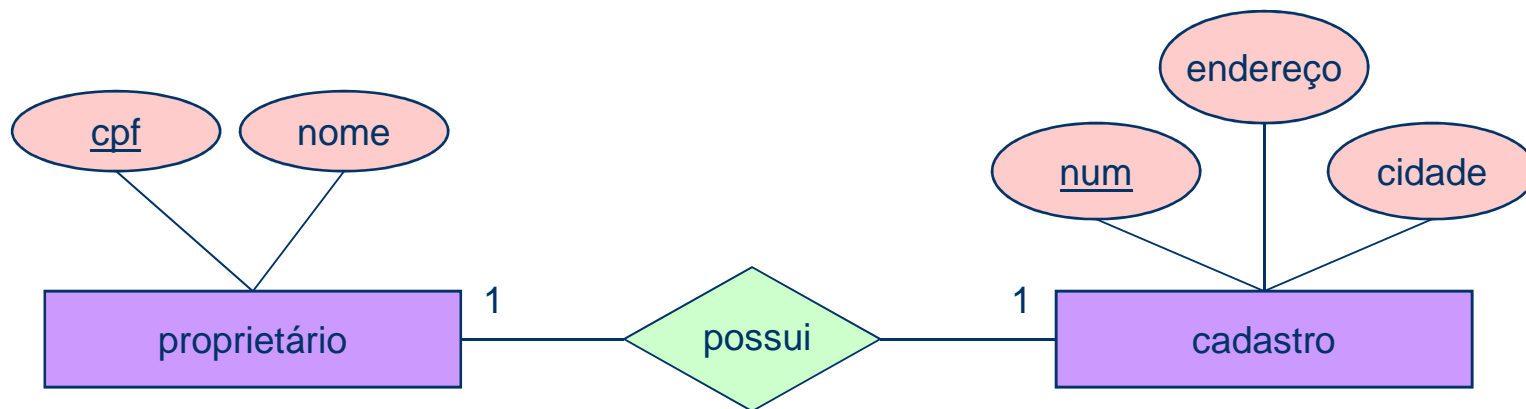
- Cardinalidade:

- expressa o número de outras entidades as quais uma pode estar estar associada: 1:1, 1:n, n:1, n:n

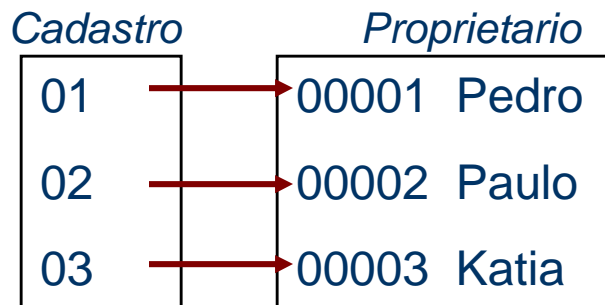


# Modelo E-R

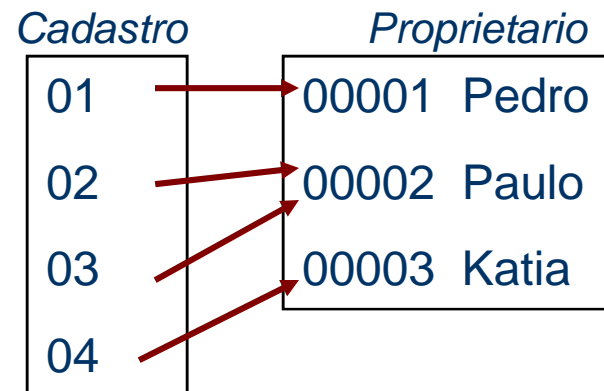
- Exemplos de cardinalidade: 1:1



Relação correta

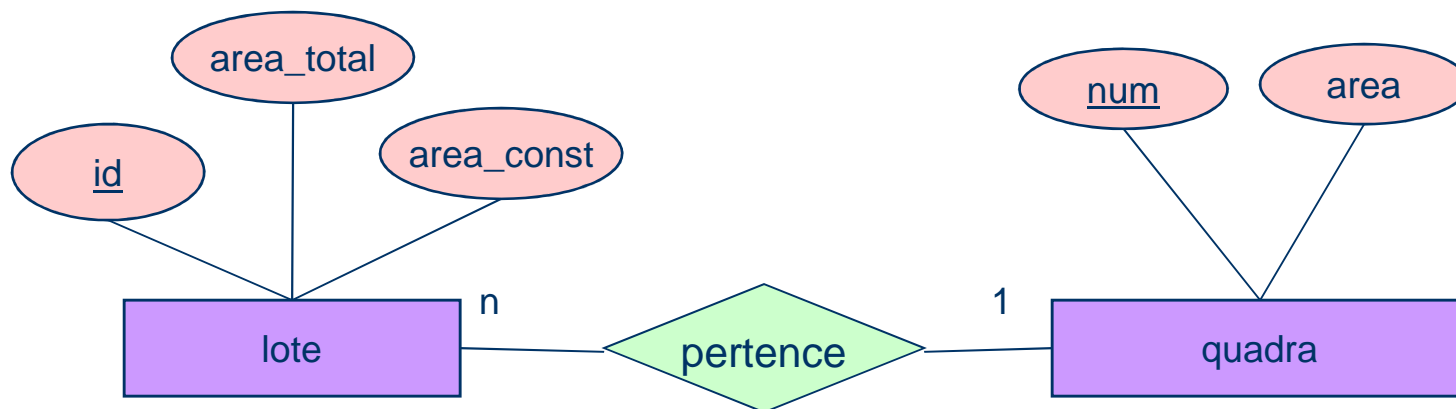


Relação incorreta

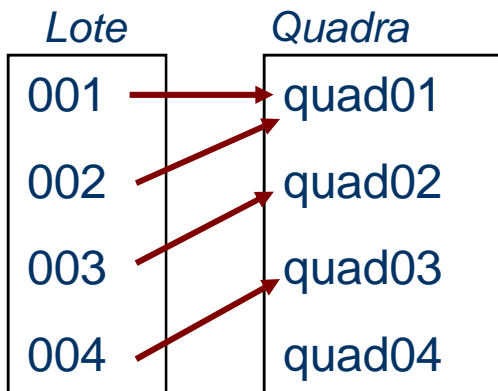


# Modelo E-R

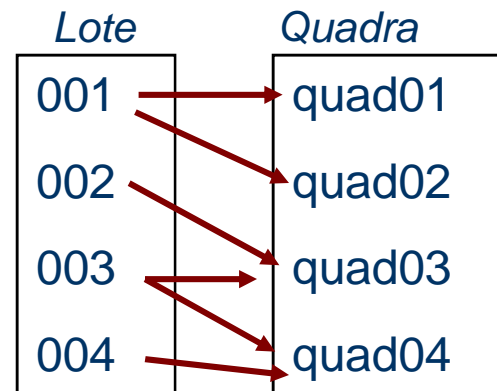
- Exemplos de cardinalidade: 1:N



Relação correta

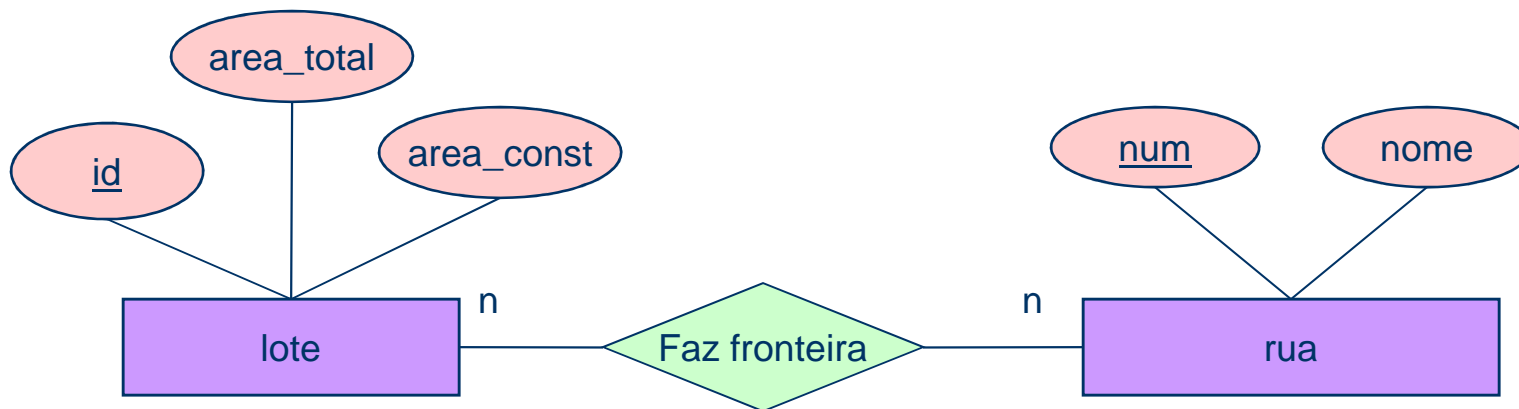


Relação incorreta

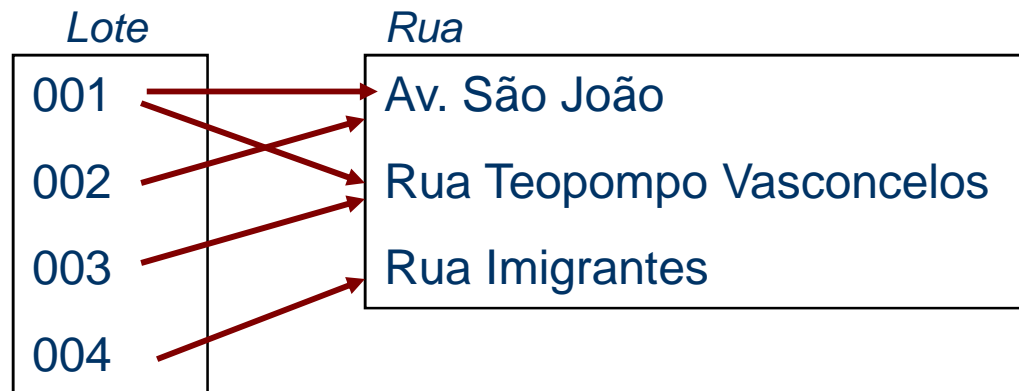


# Modelo E-R

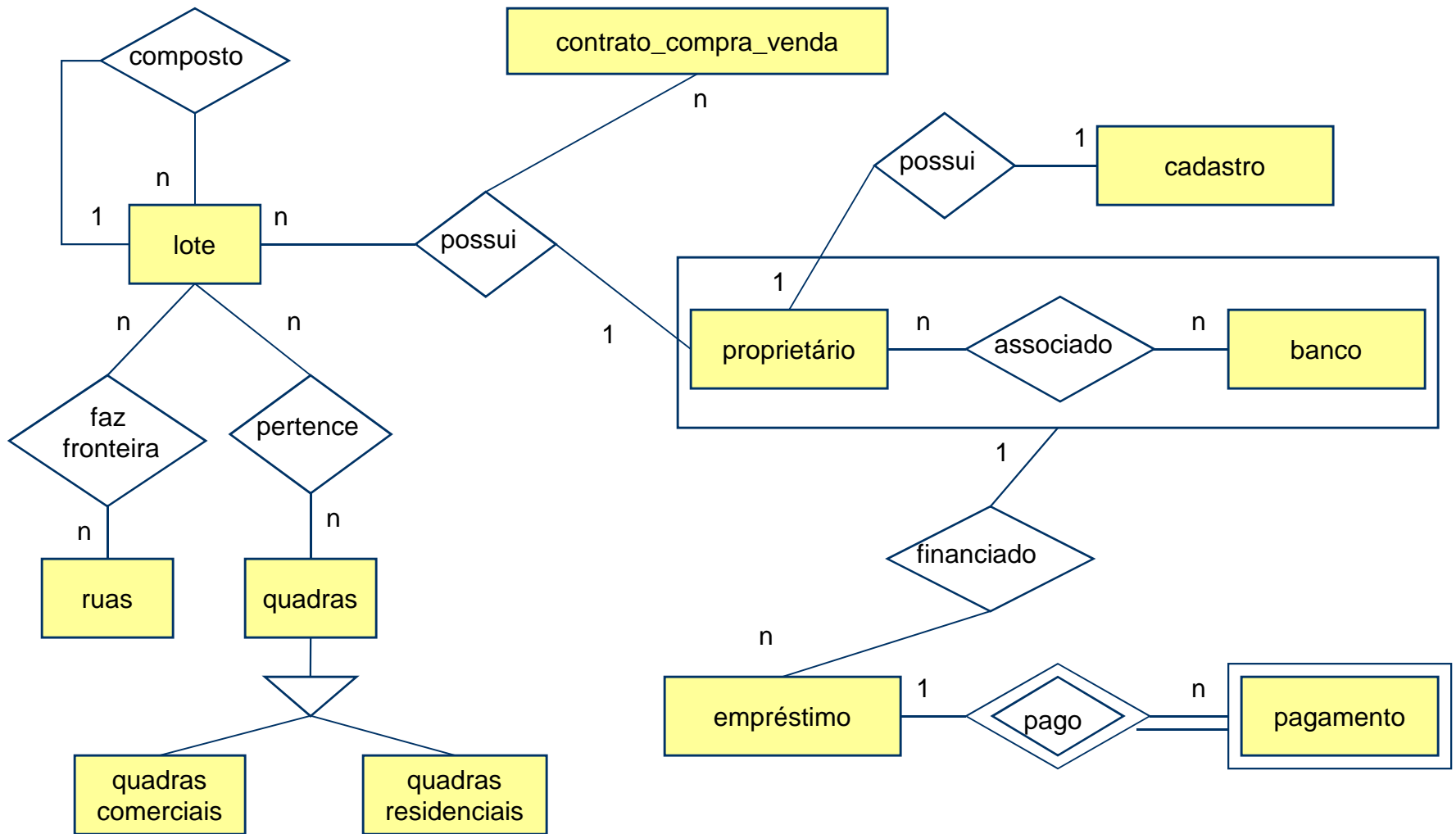
- Exemplos de cardinalidade: N:N



Relação correta



# Modelo E-R



# Modelo de Dados Geográficos

---

- Modelagem de dados convencional
  - abstração de entidades e relacionamentos do mundo real com propriedades alfanuméricas
- Modelagem de dados geográficos é mais complexa
  - entidades com **propriedades espaciais**
  - entidades com **múltiplas representações**
    - várias geometrias para uma mesma entidade
      - podem estar associadas a determinadas faixas de escala
  - relacionamentos com semântica espacial
    - conectividade, cobertura, ...



## **Outros requisitos de um Modelo de Dados Geográficos**

---

- Representar e diferenciar os diversos tipos de dados envolvidos nas aplicações geográficas, tais como ponto, linha, área, imagem, etc.
- Representar tanto as relações espaciais e suas propriedades como também as associações simples e de rede
- Ser capaz de especificar regras de integridade espacial
- Suportar classes georreferenciadas e classes convencionais, assim como os relacionamentos entre elas

## Requisitos de um Modelo de Dados Geográficos

---

- Ser adequado aos conceitos que temos sobre dados espaciais, tanto discretos quanto contínuos
- Ser de fácil visualização e compreensão
- Representar o conceito de camada de informação
- Representar as múltiplas visões de uma mesma entidade geográfica, tanto com base em variações de escala, quanto nas várias formas de percebê-las
- Ser capaz de expressar versões e séries temporais, assim como relacionamentos temporais

# Modelos de Dados Geográficos

---

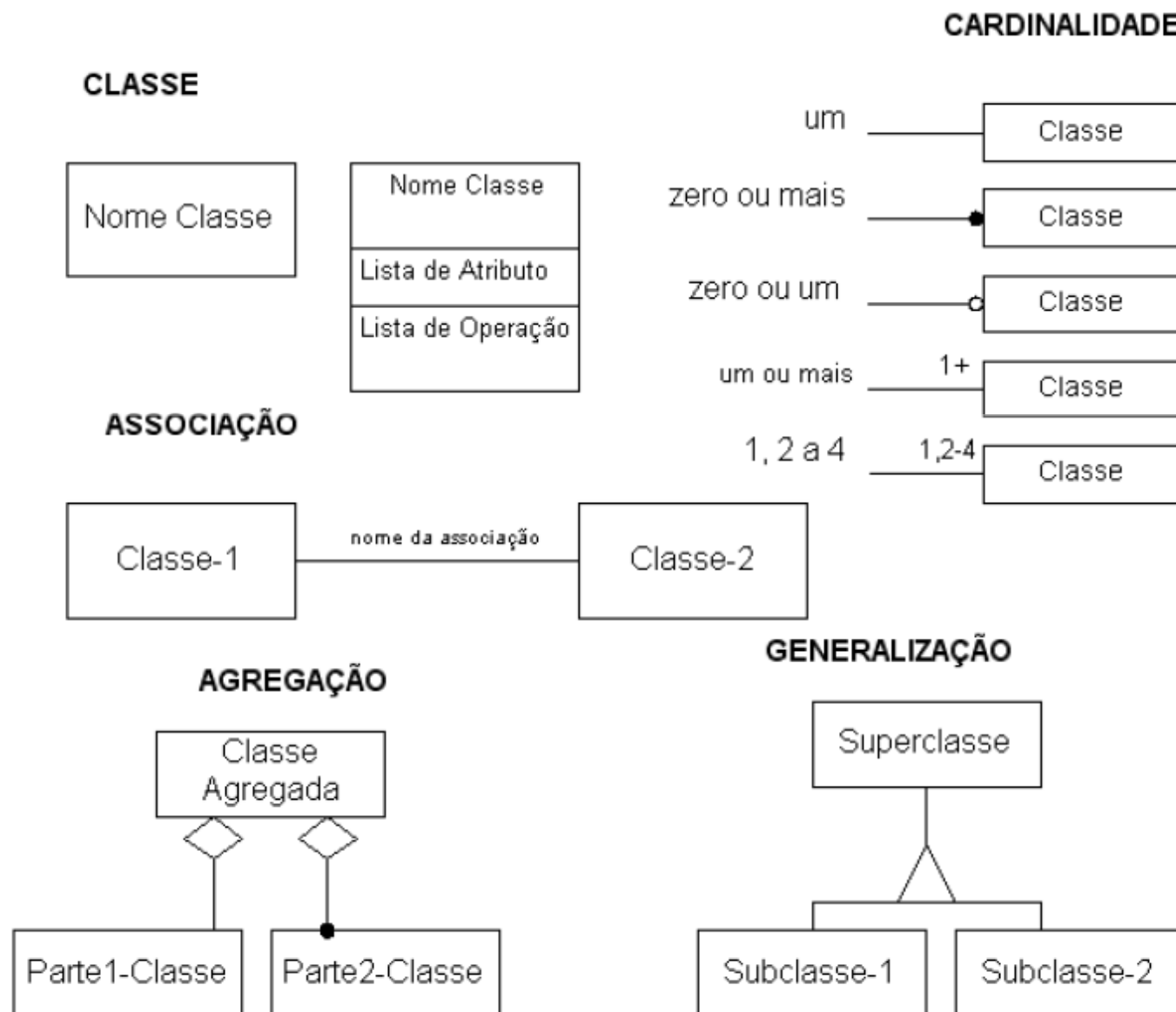
- Modelos que possuem conceitos ou primitivas para a representação de dados geográficos:
  - IFO para aplicações geográficas (Worboys et al., 1990)
  - MODUL-R (Bédard, 1996)
  - GeoOOA (Kösters, 1997)
  - GMOD (Oliveira, 1997)
  - GISER (Shekhar, 1997)
  - MADS (Parent, 1999)
  - GeoFrame (Lisboa and Lochpe, 1999)
  - **OMT-G** (Borges, 2001)

# Modelo OMT - Object Modeling Technique

---

- Método de projeto orientado a objetos: classes, relacionamentos e operações
- Conceitos:
  - objeto - entidade do mundo real
  - classe de objetos - representa entidades de mesma característica (atributos, operações)
  - associações - relacionamento entre objetos
  - generalização - hierarquia entre classes
  - agregação - combinação de outras partes

# Modelo OMT – diagrama de classes



# Modelo OMT-G

---

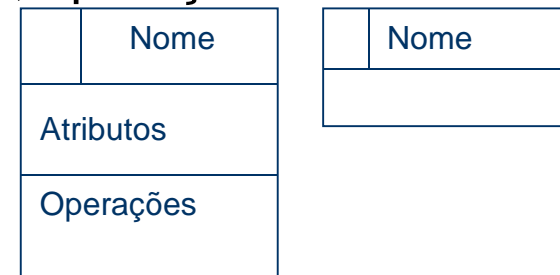
## ▪ Classes **convencionais**

- objetos com comportamento semelhantes
- nome, atributos, e operações



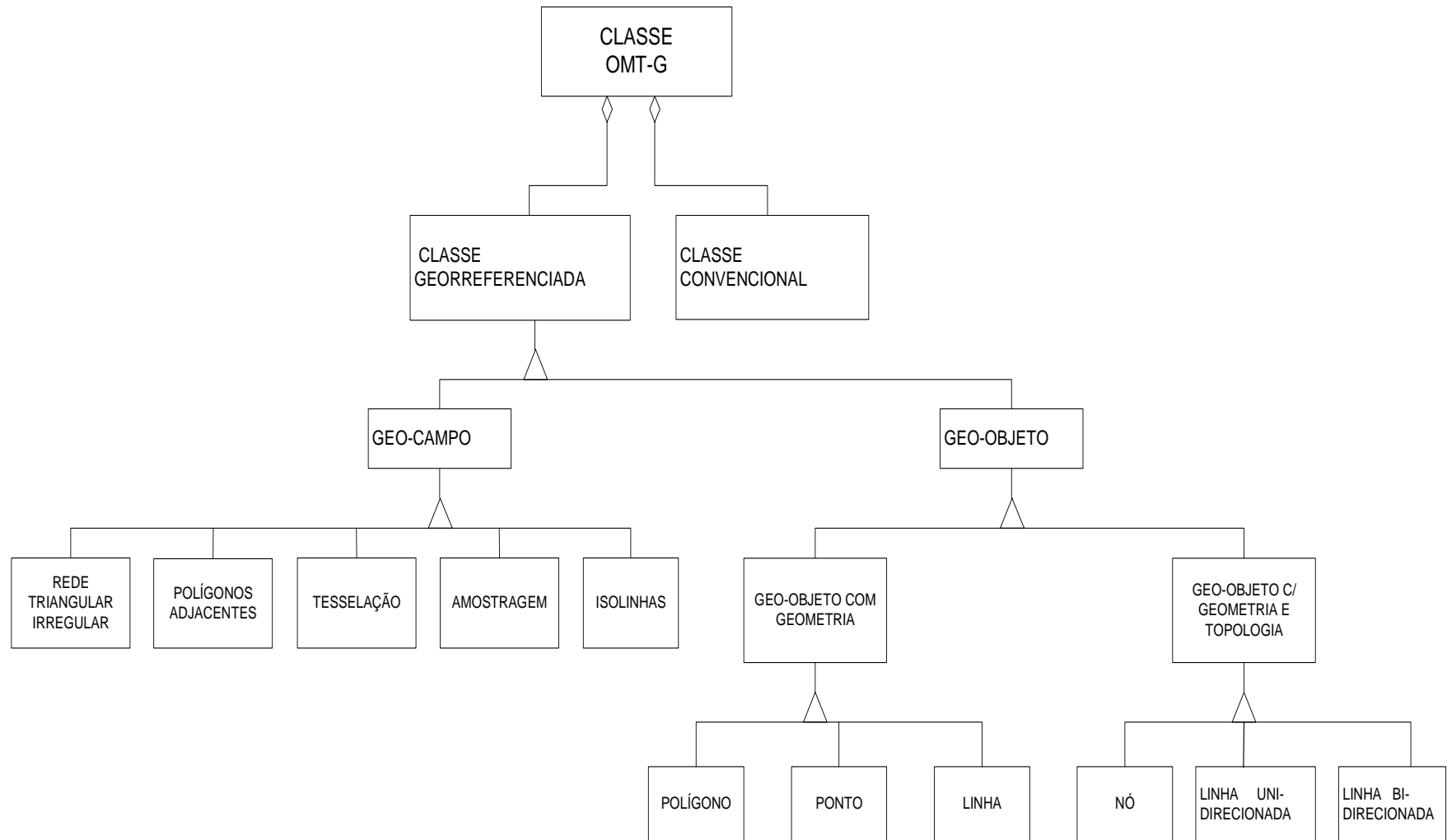
## ▪ Classes **georeferenciadas**

- objetos com representações espaciais (geo-campos e geo-objetos)
- nome , atributos gráficos e convencionais, operações

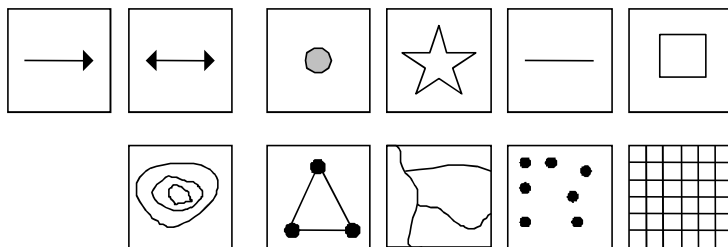


# OMT-G

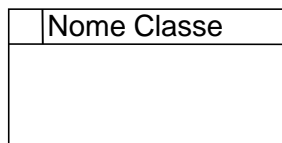
---



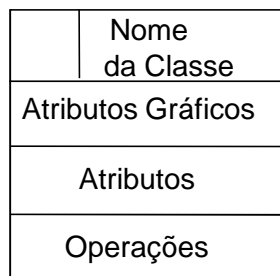
# OMT-G



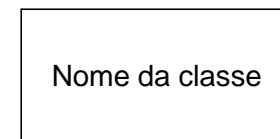
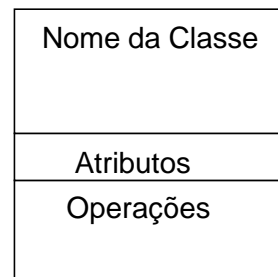
## Classe Georreferenciada



Representação  
Simplificada



## Classe Convencional



Representação  
Simplificada




# OMT-G

---


- Geo-campos:

## Rede Triangular Irregular

	Nome
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	


Ex: TIN

## Isolinha

	Nome
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	


Ex: Curvas de nível

## Polígonos Adjacentes

	Nome
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	


Ex: Divisão de bairros

## Tesselação

	Nome
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	

Ex: Imagem

## Amostragem


	Nome
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	

Ex: Pontos Cotados


# OMT-G

- Geo-objetos


## GEO-OBJETO com geometria

LINHA	
	Nome da Classe
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	

Ex: Muro

PONTO	
	Nome da Classe
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	


Ex: Árvore

POLÍGONO	
	Nome da Classe
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	

Ex: Lote


## GEO-OBJETO com geometria e topologia

### LINHA UNI-DIRECIONADA

	Nome da Classe
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	


Ex: Trecho rede de esgoto

### LINHA BI-DIRECIONADA

	Nome da Classe
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	

Ex: Trecho rede de água

### NÓ

	Nome da Classe
Atributos Gráficos	
Atributos	
Operações	

Ex: Poço de Visita

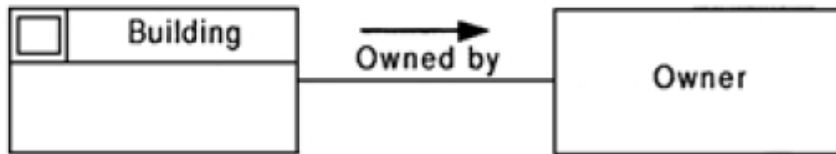
# OMT-G – Relacionamentos

---

- Associação simples
  - relacionamentos estruturais entre objetos diferentes
- Relações espaciais
  - topológicas, métricas, direcionais
- Hierarquia espacial
  - classe que representa o domínio espacial é conectada às demais sub-divisões espaciais
- Relacionamento em rede
  - ligam classes do tipo Nó com classes do tipo Linha uni-direcionada ou bi-direcionada

# OMT-G – Relacionamentos

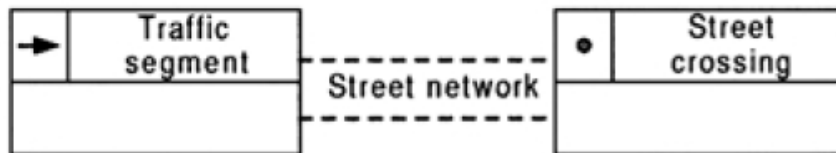
---



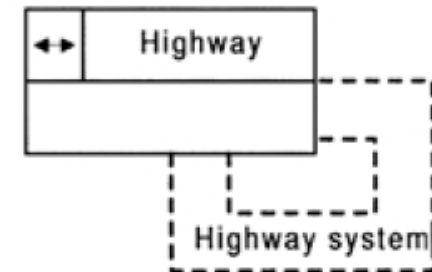
(a) Simple association



(b) Spatial relationship



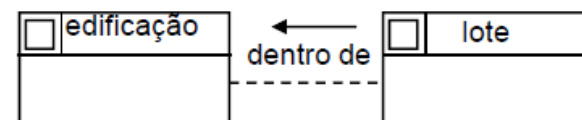
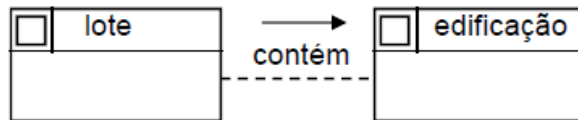
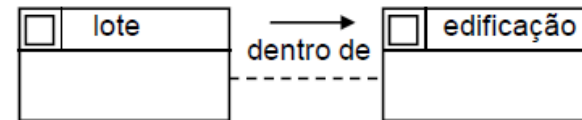
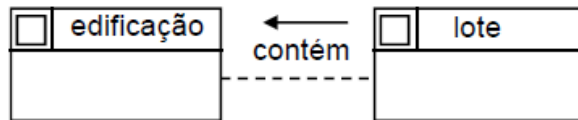
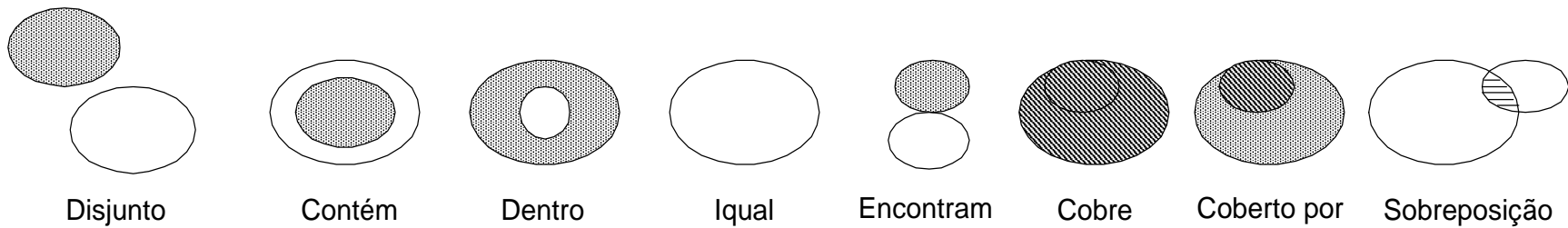
(c) Arc-node network relationship



(d) Arc-arc network relationship

# OMT-G – Relacionamentos

- Relacionamentos Espaciais entre polígonos



# OMT-G

## Relacionamentos espaciais

LINHA/LINHA	
Disjunto	
Toca	
Cruza	
Coincidente	
Acima/Abaixo	
Adjacente	
Perto de	
Entre	
Paralelo a	
Sobre	

LINHA/ POLIGONO	
Disjunto	
Adjacente	
Perto de	
Dentro de	
Acima/Abaixo	
Cruza	
Atravessa	
Em frente a	
Toca	

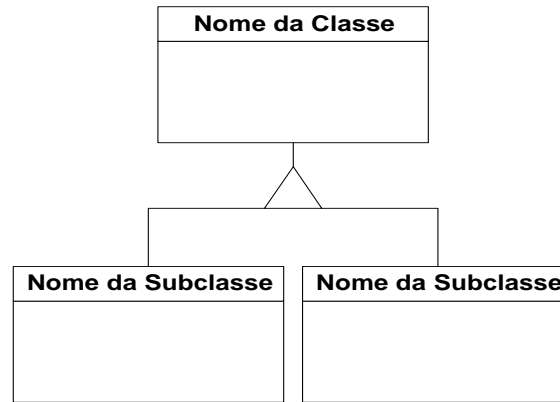
LINHA/PONTO	
Disjunto	
Toca/Adjacente	
Perto de	
Sobre	
Acima/Abaixo	

PONTO/ POLIGONO	
Disjunto	
Adjacente/Toca	
Perto de	
Dentro de	
Acima/Abaixo	
Em frente a	

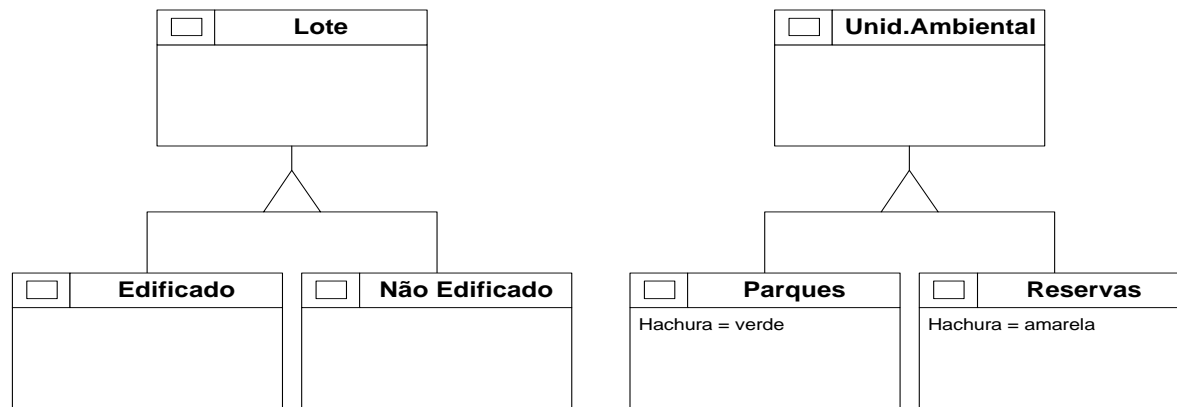
PONTO/PONTO	
Disjunto	
Adjacente/Toca	
Perto de	
Coincidente	
Acima/Abaixo	
Em frente a	

# OMT-G – Generalização

---



Notação p/ Generalização

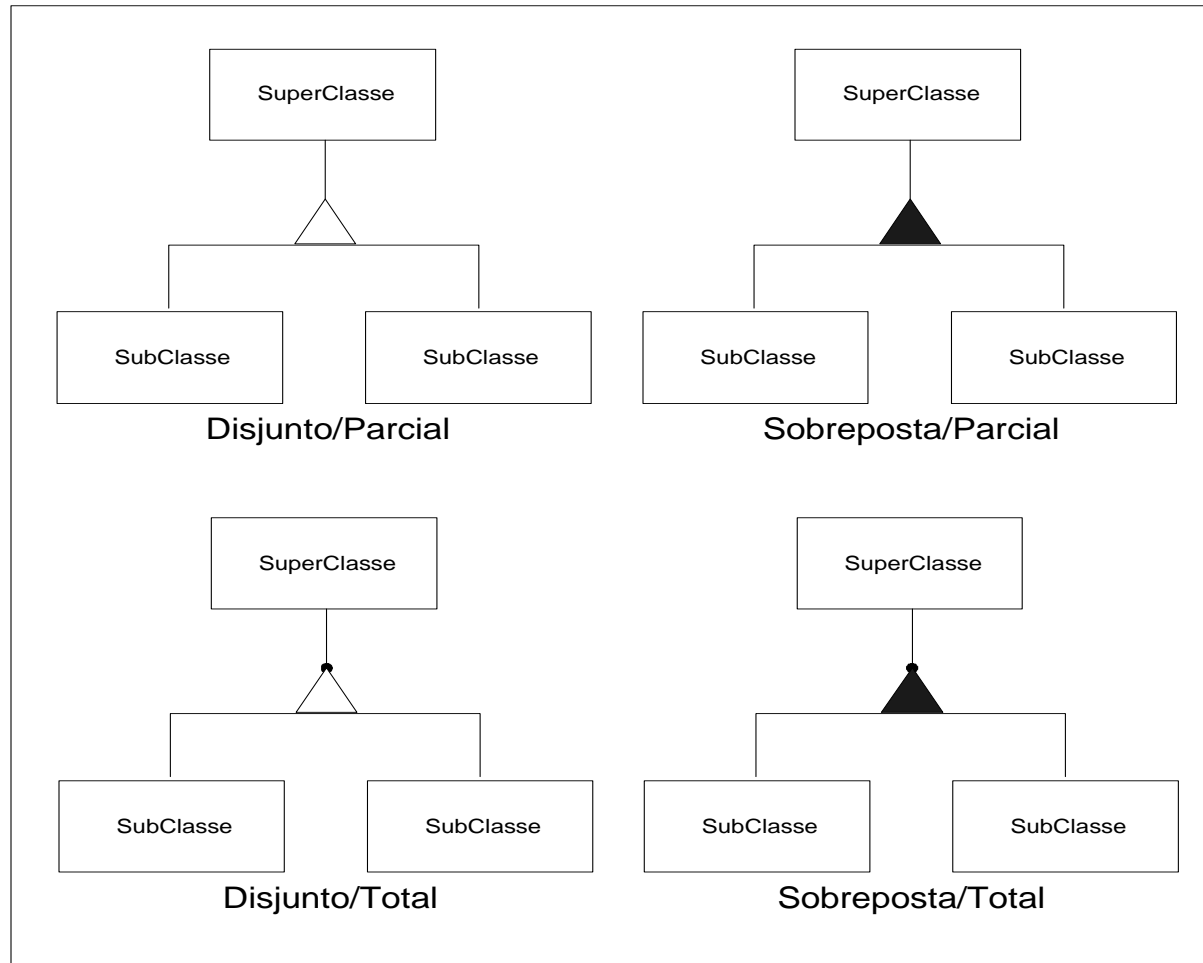


Generalização

Generalização Espacial

# OMT-G – Generalização Espacial

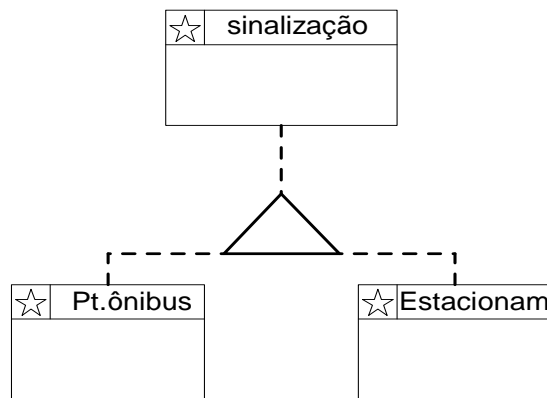
---



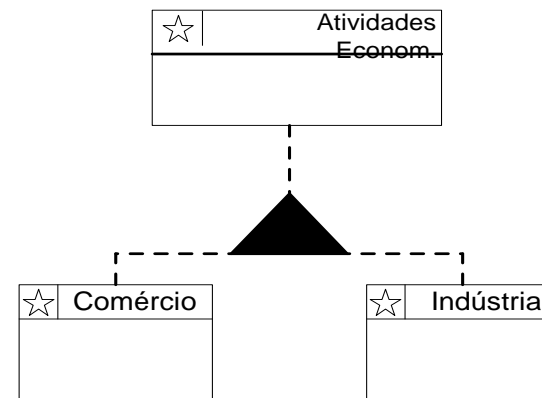


# OMT-G – Generalização Espacial

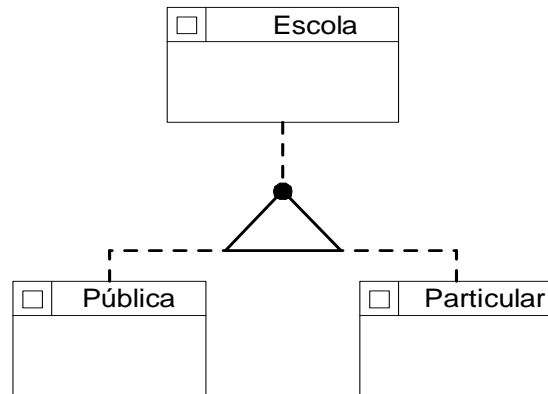
---



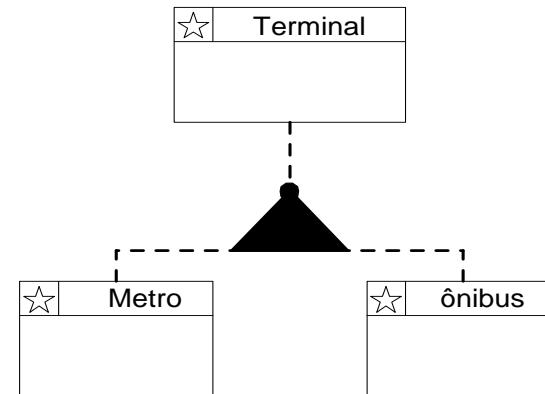
Disjunto/  
Parcial



Sobreposto/ Parcial



Disjunto/  
Total



Sobreposto/Total

# OMT-G – Agregação

---



Agregação



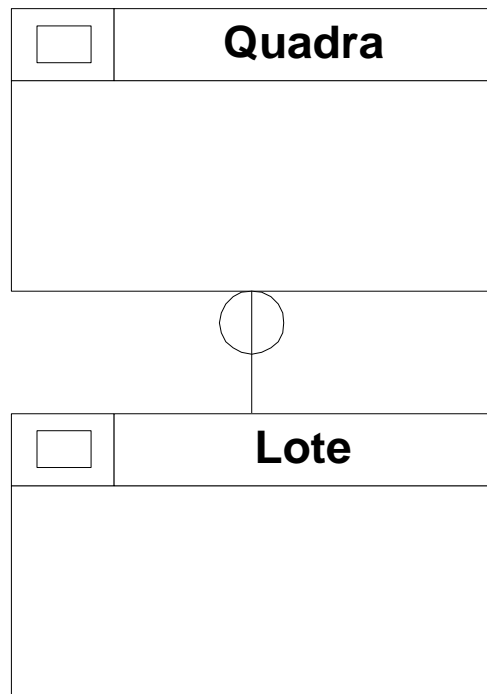
Agregação espacial. Impõe uma série de restrições de integridade:

Geometrias das partes formam a geometria do todo

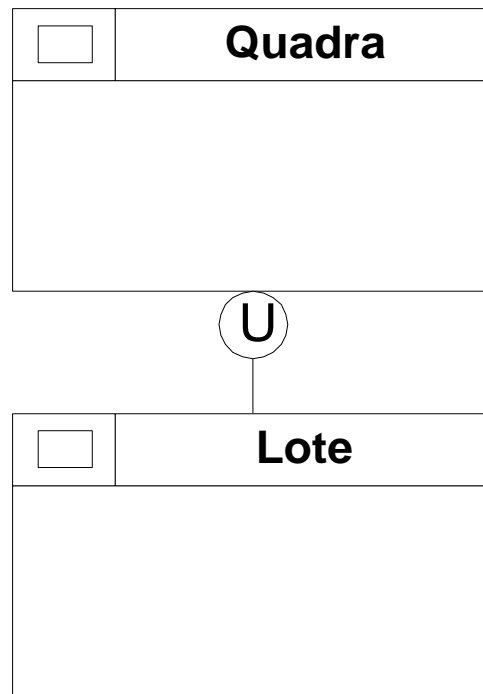
Não há interseção entre as geometrias das partes

# OMT-G – Agregação Espacial

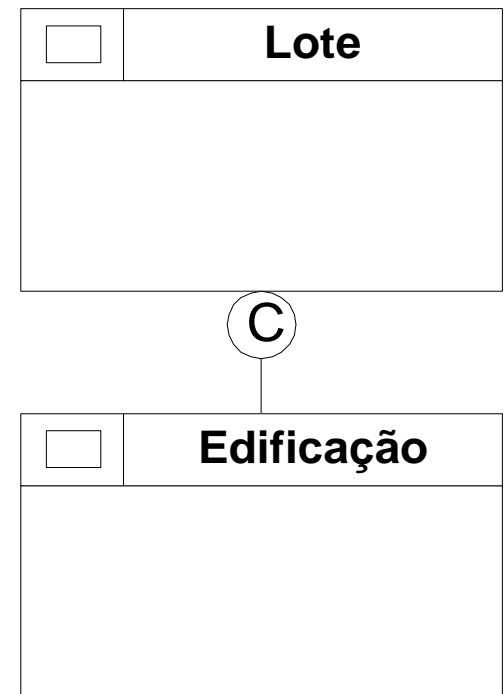
---



Subdivisão espacial



União espacial

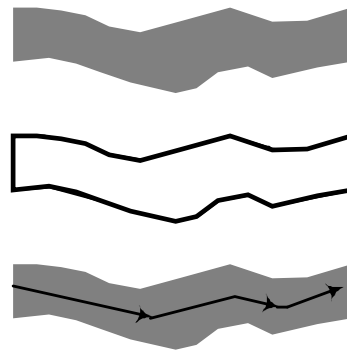


Contém

# OMT-G – Generalização Cartográfica

---

- Pode ser vista como uma série de transformações em algumas representações das informações espaciais, com o objetivo de melhorar a legibilidade e compreensão dos dados
- 2 tipos : variação pela forma e variação por escala

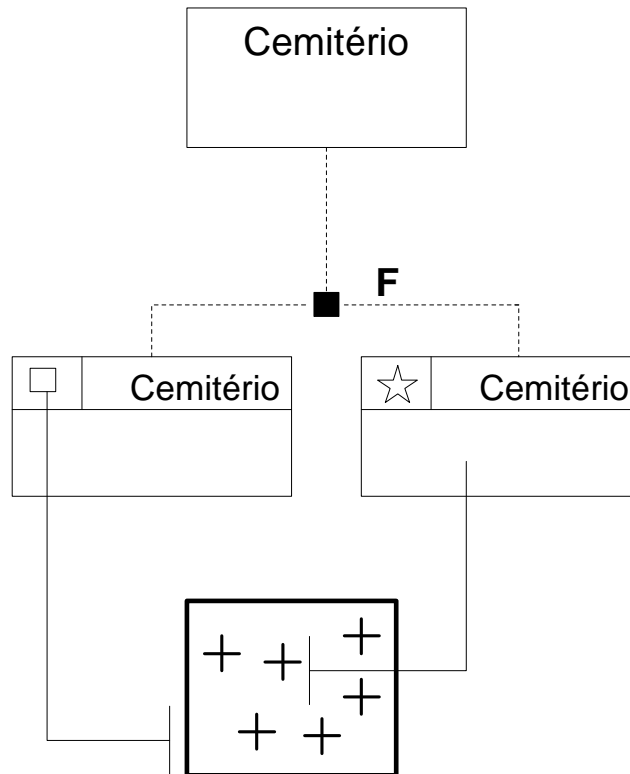


Diferentes Visões de um Rio

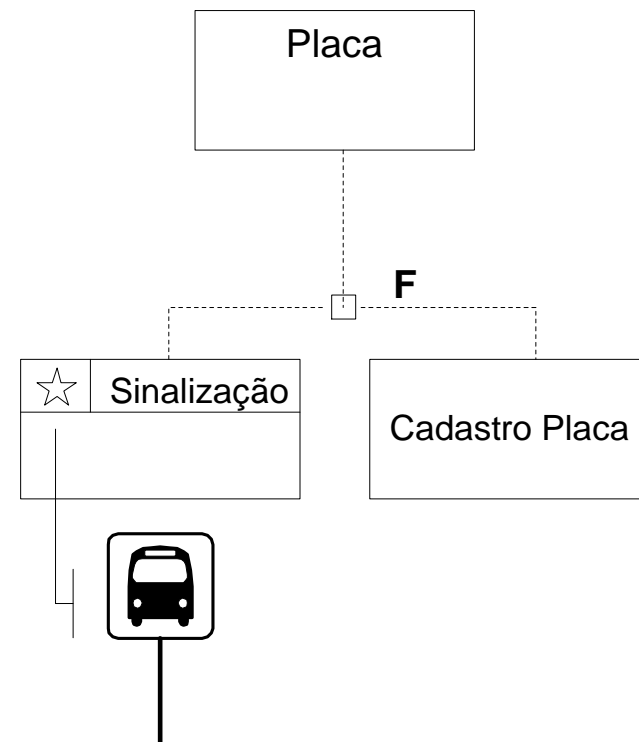
# OMT-G – Generalização Cartográfica

- Variação pela Forma

a)

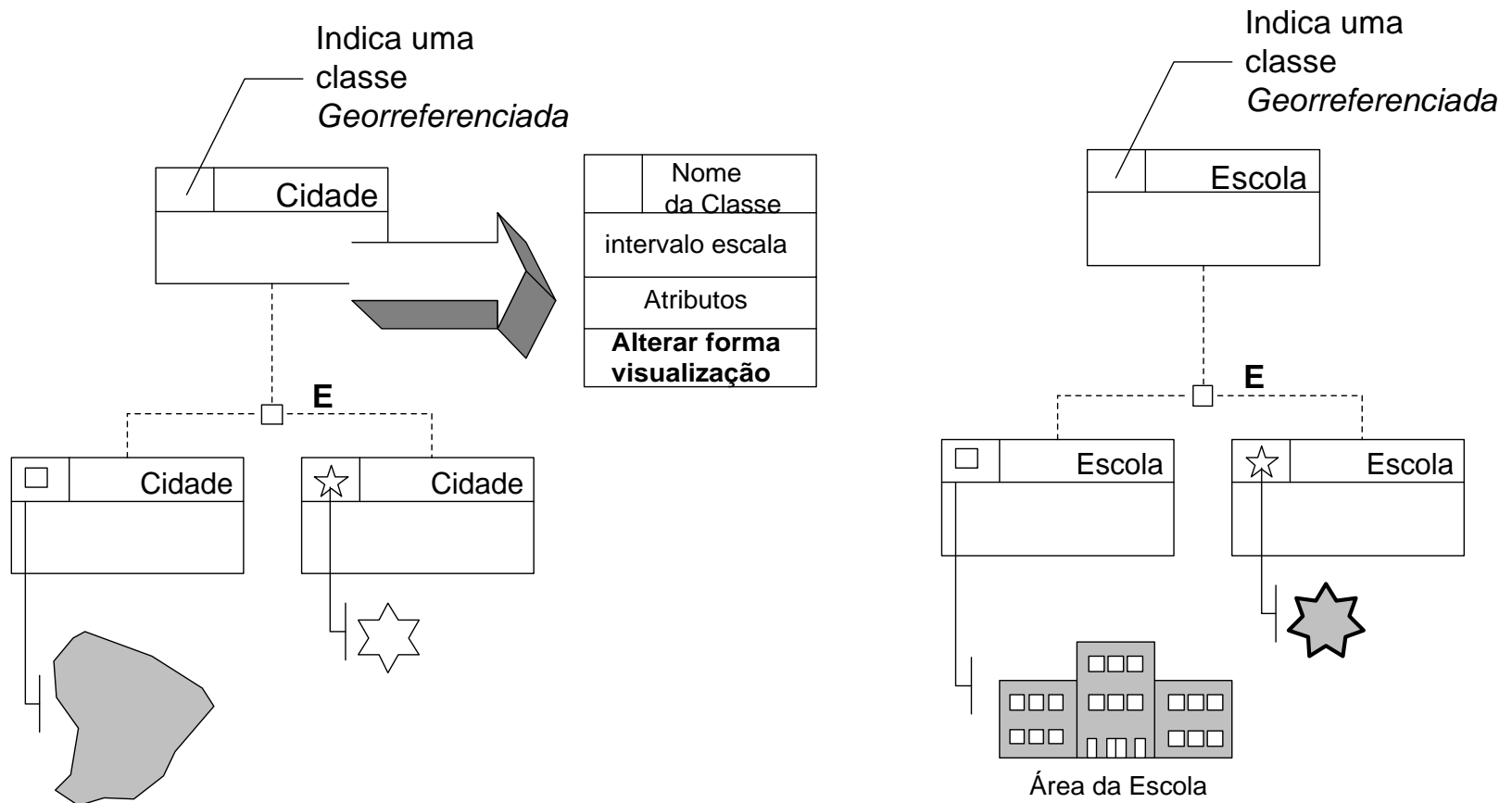


b)

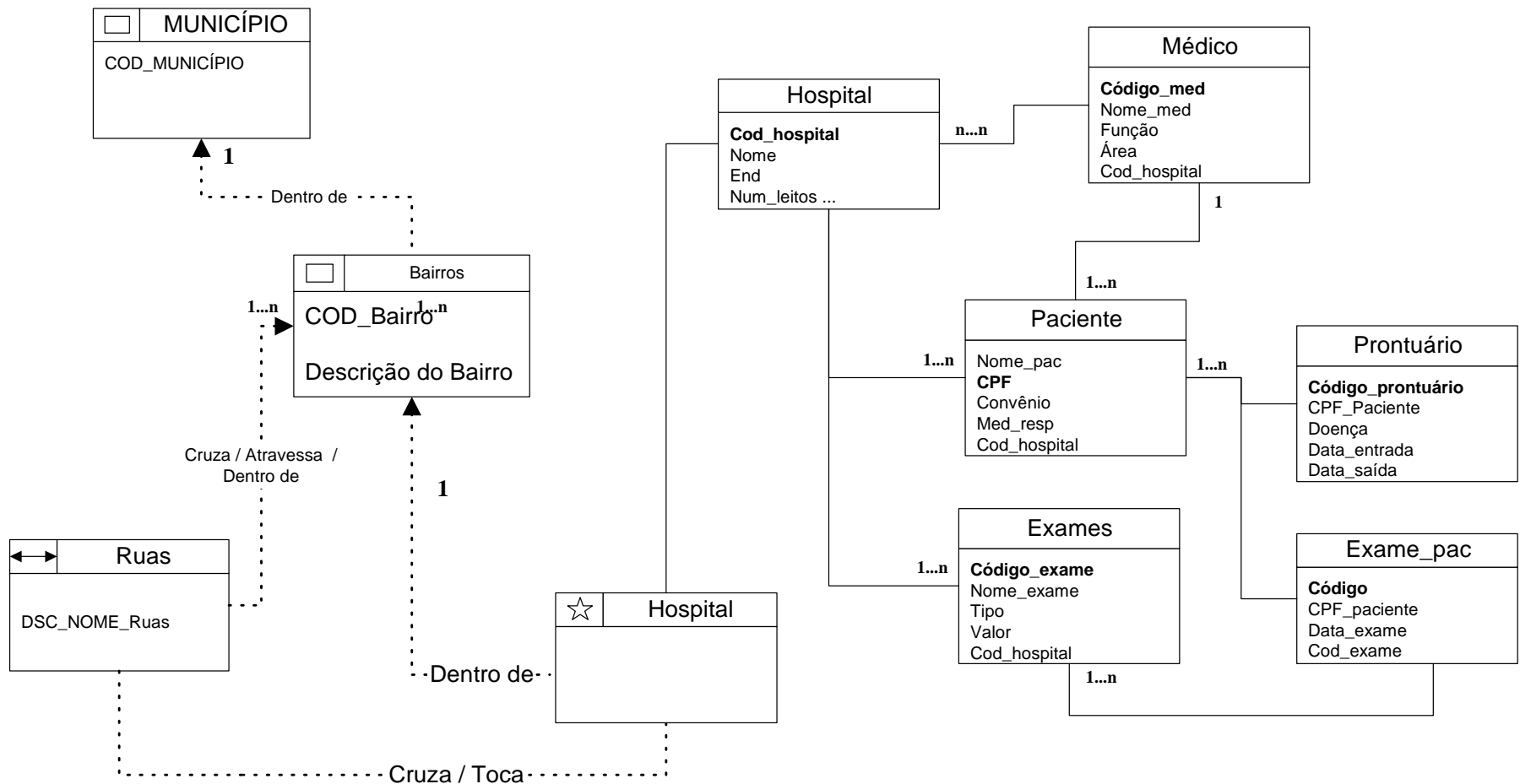


# OMT-G – Generalização Cartográfica

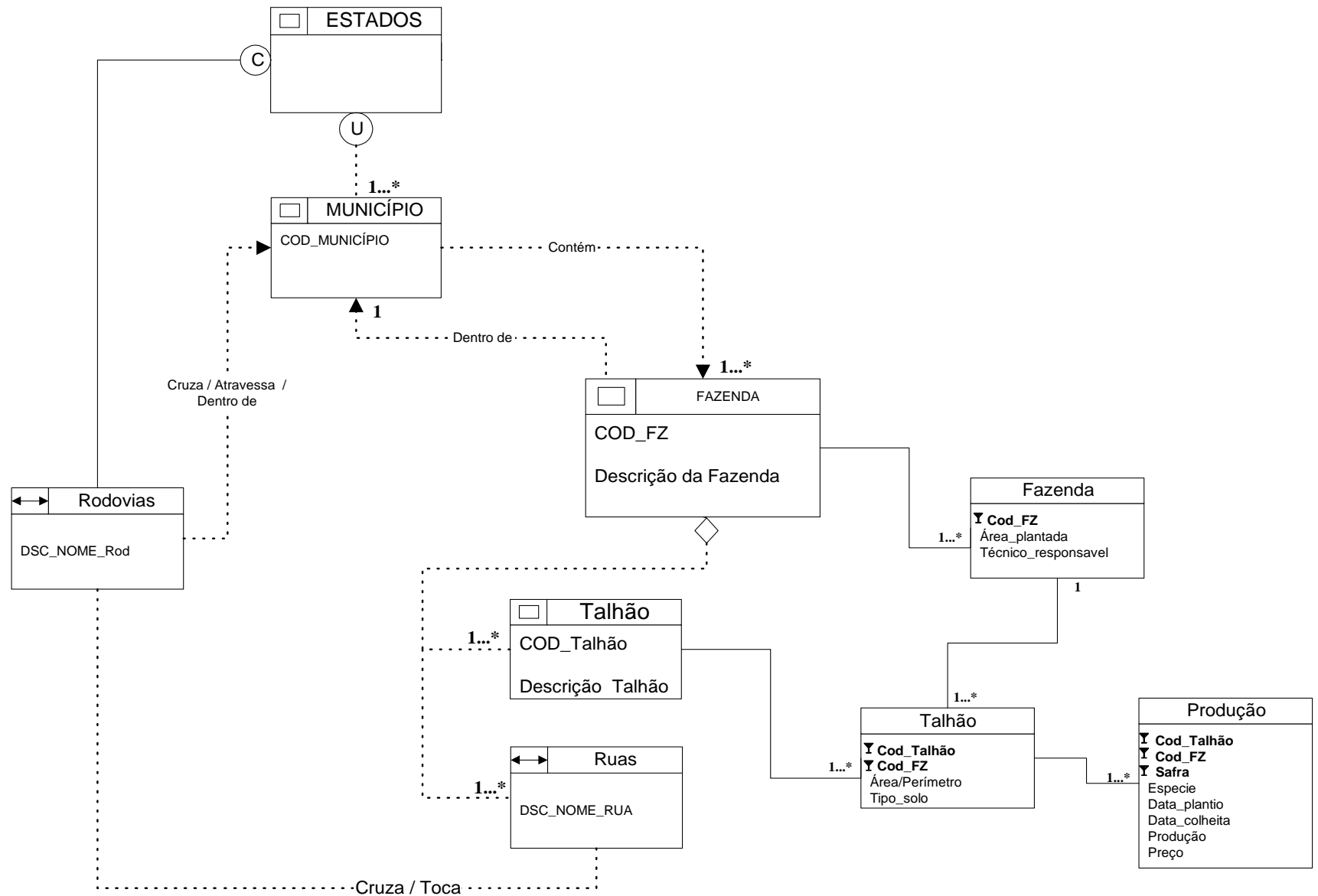
- Variação pela Escala



# Exemplo Modelo OMT-G: Hospitais



# Exemplo OMT-G: Empresa Cana Açúcar





# Projeto de Bancos de dados

---

- Fase 1: Modelagem conceitual (ER)
- **Fase 2: Mapeamento para um modelo lógico**
- Fase 3: Definição das estruturas físicas de armazenamento

# Modelo Relacional

---

- Uma **banco de dados relacional** é uma coleção de **relações**, muitas vezes chamadas de **tabelas**
- Cada **relação** tem um conjunto de atributos
- Os dados de uma relação estão estruturados como um conjunto de **linhas**, ou **tuplas**
- Cada tupla contém os dados de cada atributo
- Cada **célula** em uma tupla contém um valor atômico
- Um **Sistema Gerenciador de Dados Relacional (SGBD-Relacional)** é um software que gerencia um banco de dados relacional

# Exemplos de relações

Relação

Atributo

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

Tupla

## LOTE

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

# Conceito de Relação

---

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

Empregado

REG	NOME	IDADE	CARGO	SALARIO
1	João	34	Motorista	1020.30
2	Maria	35	Secretaria	1200.00
3	Joaquim	42	Gerente	2500.00

REG          Cadeia de caracteres (texto)

NOME        Cadeia de caracteres (texto)

IDADE        Inteiro

CARGO       Cadeia de caracteres (texto)

SALARIO     Real

Podemos restringir ainda mais. Ex:

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

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

# 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 *n-tuplas* ordenadas, onde  $n$  define o grau da relação
- O **esquema** de uma relação é o conjunto de nomes e domínios (tipo) para cada atributo

# Esquema x Instância

---

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

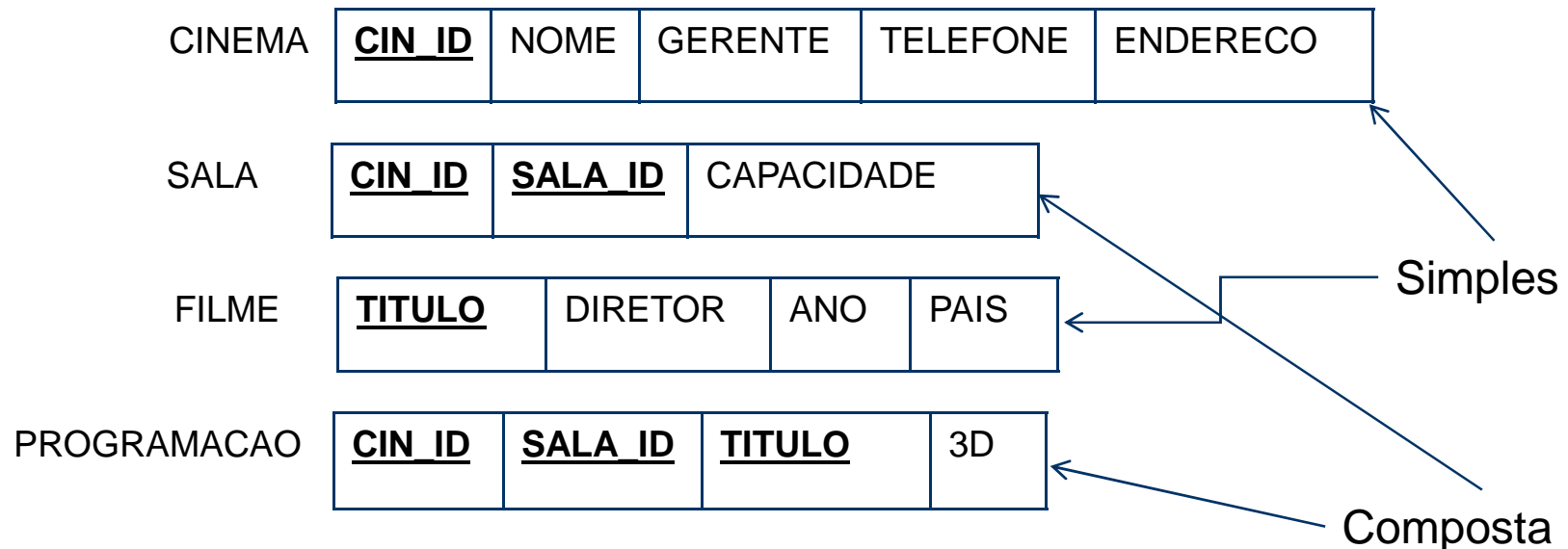
Esquema da  
relação Proprietário

Instância da  
relação Proprietário

# Chave Primária

---

- **Chave candidata** é um atributo or um conjunto mínimo de atributos que são unicamente identificáveis em cada tupla da relação
- Uma chave candidata é usualmente escolhida como uma chave primária
- Exemplos de chaves primárias:



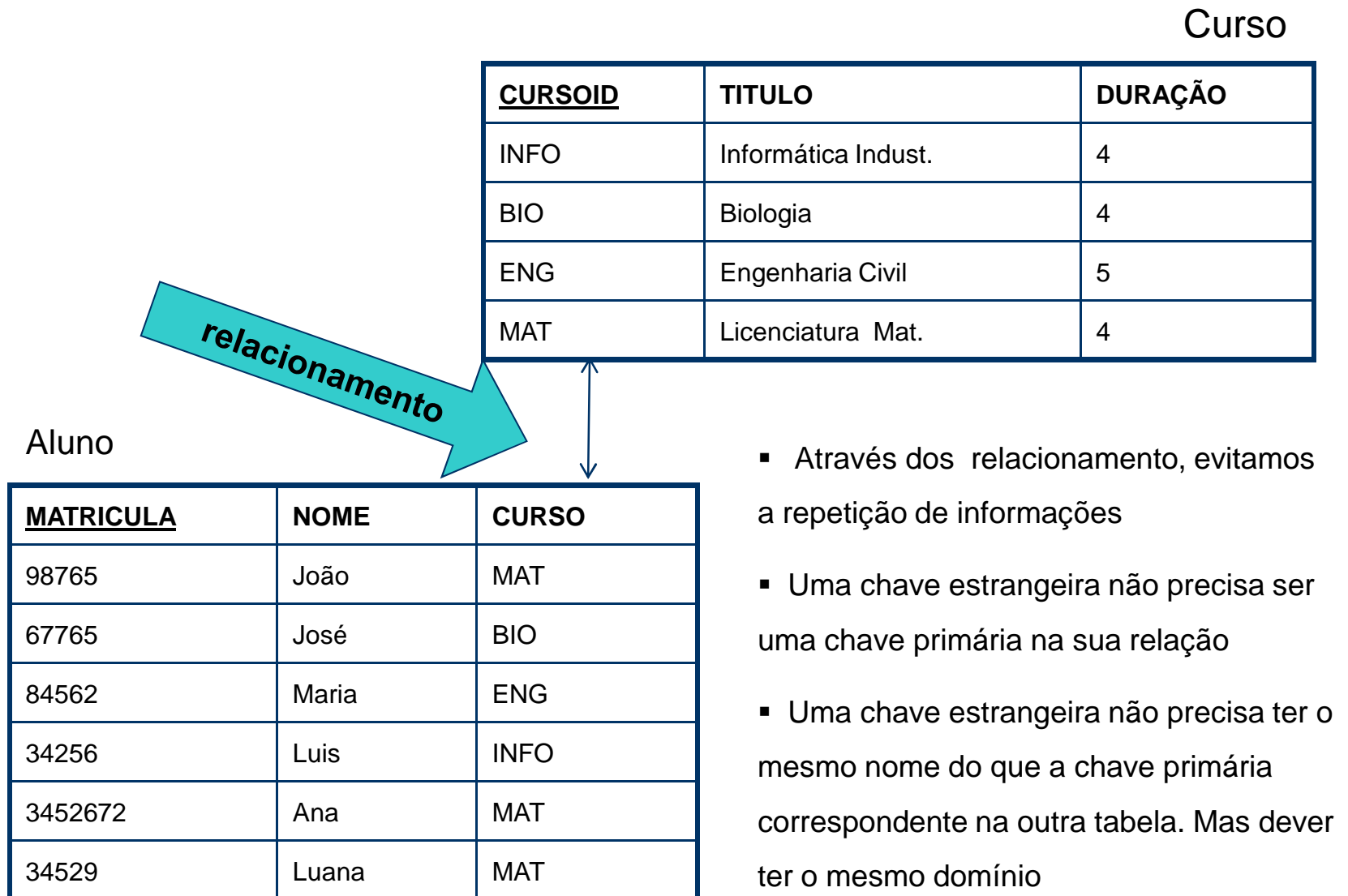
# Chave Estrangeira

---

- 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.



# Chave estrangeira



# Álgebra Relacional

---

- O Modelo Relacional também propõe um linguagem de consultas
- Conjunto de operações que usam uma ou duas relações como entrada e geram uma relação de saída
  - *operação* ( $REL_1$ )  $\rightarrow REL_2$
  - *operação* ( $REL_1, REL_2$ )  $\rightarrow REL_3$
- Operações básicas:
  - Operações unárias:
    - seleção, projeção, renomeação
- Operações binárias:
  - produto cartesiano, união e diferença

# Operadores da Álgebra Relacional

---

- Seleção:
  - seleciona tuplas que satisfazem um certo predicado ou condição

## Cientes

<b><i>Nome</i></b>	<b><i>Registro</i></b>
João	1
Maria	2
José	3

a) selecionar tuplas cujo nome = João

$\sigma_{\text{nome}=\text{"João"}}(\text{Cientes})$

<b><i>Nome</i></b>	<b><i>Registro</i></b>
João	1

# Operadores da Álgebra Relacional

---

b) selecionar as tuplas de Clientes cujo registro > 1

$\sigma_{\text{registro} > 1} (\text{Clientes})$

<b>Nome</b>	<b>Registro</b>
Maria	2
José	3

c) selecionar as tuplas de Clientes com registro > 1 e registro < 3

$\sigma_{\text{registro} > 1 \wedge \text{registro} < 3} (\text{Clientes})$

<b>Nome</b>	<b>Registro</b>
Maria	2

# Operadores da Álgebra Relacional

---

- Projeção:
  - gera novas relações excluindo alguns atributos
  - exemplo: projete o atributo nome sobre a relação Clientes

$\Pi_{\text{nome}}(\text{Clientes})$

Clientes

<b>Nome</b>	<b>Registro</b>
João	1
Maria	2
José	3



<b>Nome</b>
João
Maria
José

# Operadores da Álgebra Relacional

---

- União:
  - união de atributos do mesmo domínio que estão em relações diferentes
  - as relações devem possuir o mesmo número de atributos
  - exemplo: encontre todos os clientes da agência que possuem conta corrente ou empréstimo.
    - Relações existentes na agência:
      - ContaCorrente e Empréstimo

# Operadores da Álgebra Relacional

---

- União:  $\Pi_{\text{nome}}(\text{ContaCorrente}) \cup \Pi_{\text{nome}}(\text{Emprestimo})$

ContaCorrente

<b>Nome</b>	<b>Conta</b>
João	1
Maria	2
José	3

Emprestimo

<b>Nome</b>	<b>Empréstimo</b>
Paulo	100
Maria	200
Carlos	300

Resultado da união

=

<b>Nome</b>
João
Maria
José
Paulo
Carlos

# Operadores da Álgebra Relacional

---

- Diferença:
  - tuplas que se encontram em uma relação, mas não em outra
  - exemplo: encontre todos clientes sem empréstimo

$$\Pi_{\text{nome}}(\text{ContaCorrente}) - \Pi_{\text{nome}}(\text{Emprestimo})$$

ContaCorrente

<b>Nome</b>	<b>Conta</b>
João	1
Maria	2
José	3

-

Emprestimo

<b>Nome</b>	<b>Empréstimo</b>
Paulo	100
Maria	200
Carlos	300

=

Resultado da diferença

<b>Nome</b>
João
José



# Operadores da Álgebra Relacional

---

- Produto Cartesiano

- Faz todas as combinações entre as tuplas de duas relações
- Gera uma nova relação formada pela união dessas combinações
- Exemplo: produto cartesiano entre os clientes e os empréstimos de Maria

$\sigma_{\text{emprestimo.nome} = \text{"Maria"}} (\text{ContaCorrente} \times \text{Emprestimo})$

<b><i>Nome<sub>cc</sub></i></b>	<b><i>Conta</i></b>	<b><i>Nome<sub>emp</sub></i></b>	<b><i>Empréstimo</i></b>
João	1	Maria	200
Maria	2	Maria	200
José	3	Maria	200

# Operadores da Álgebra Relacional

---

- Operadores derivados:
  - Intersecção
    - Seleciona tudo que está em ambas relações
    - Exemplo: todos os clientes que possuem empréstimo

$$\Pi_{\text{nome}}(\text{ContaCorrente}) \cap \Pi_{\text{nome}}(\text{Emprestimo})$$

ContaCorrente

<b>Nome</b>	<b>Conta</b>
João	1
Maria	2
José	3

Emprestimo

<b>Nome</b>	<b>Empréstimo</b>
Paulo	100
Maria	200
Carlos	300

Resultado da  
intersecção

<b>Nome</b>
Maria

# Operadores da Álgebra Relacional

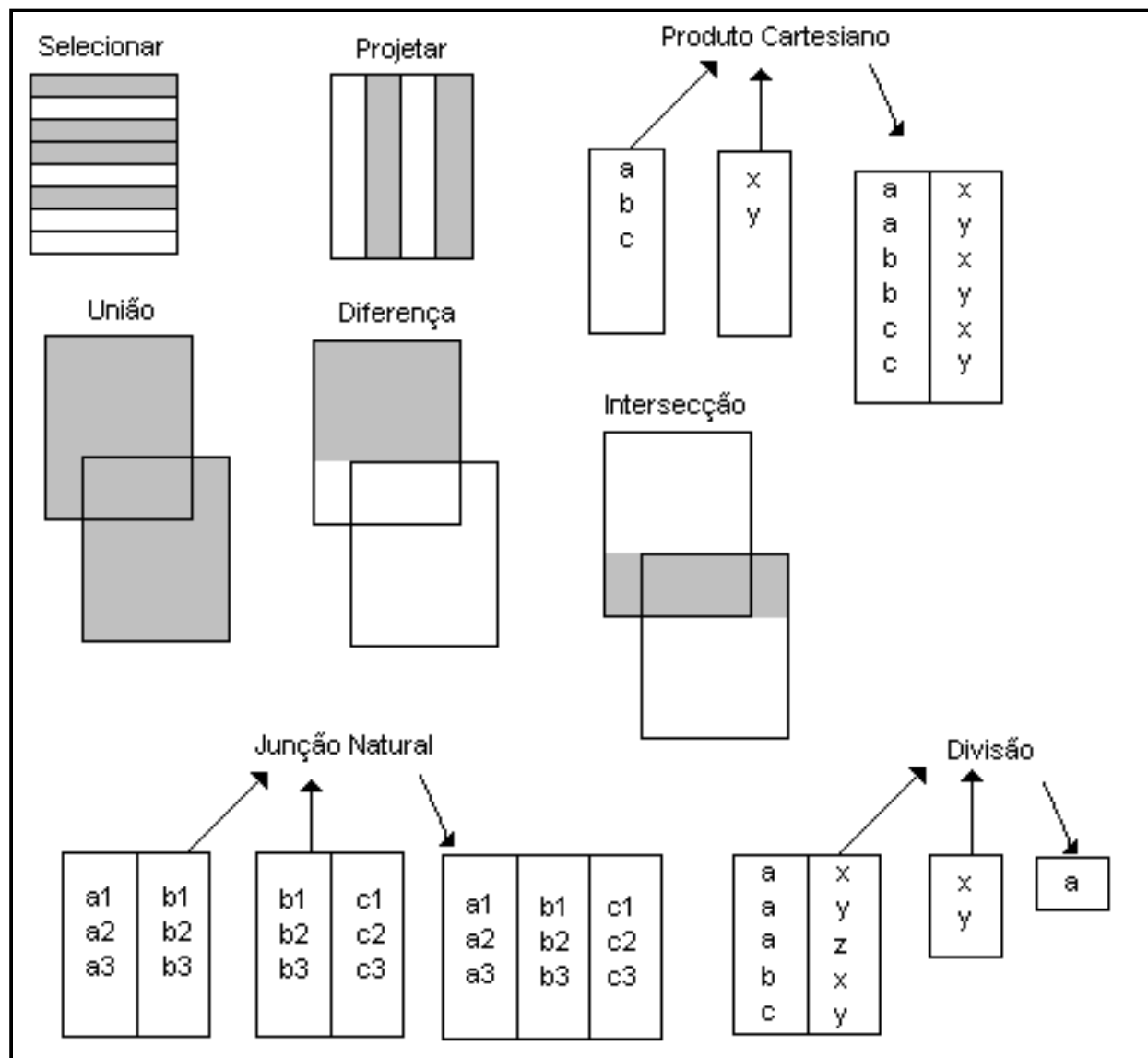
---

- Operadores derivados
  - Junção
    - Inclui um produto cartesiano, seguido de uma seleção (pode ter projeção ao final)
    - Exemplo: nomes dos clientes com conta corrente e número de empréstimo:

$$\Pi_{\text{contacorrente.nome, emprestimo.emprestimo}}$$
$$(\sigma_{\text{contacorrente.nome} = \text{emprestimo.nome}} (\text{ContaCorrente} \times \text{Emprestimo}))$$

$$\Pi_{\text{contacorrente.nome, emprestimo.emprestimo}}$$
$$(\text{ContaCorrente} \bowtie \text{Emprestimo})$$

# Álgebra Relacional - Resumo



# SQL

---

- O que é a SQL?
  - *Structured Query Language*
  - Permite o acesso e a manipulação de uma base de dados relacional, ou seja, implementa a álgebra relacional do
  - É um padrão ANSI (American National Standards Institute)
- O que é possível fazer com a SQL?
  - Executar consultas, recuperar dados, inserir, atualizar e remover registros, criar novos bancos, criar novas tabelas, criar *stored procedures* e *views*, definir permissões sobre tabelas, *procedures* e *views*.
- SQL é padrão mas...
  - Existem diferentes versões de SQL. Mas espera-se que a maioria dos comandos sejam suportados de maneira similar

# SQL - Structured Query Language

---

- Linguagem de consulta usada pela maioria de SGBD-R
- Baseada na álgebra e no cálculo relacional
- É dividida em:
  - Linguagem de manipulação de dados (SQL DML)
  - Linguagem de definição de dados (SQL DDL)
  - Definição de visões (SQL DDL)
  - Especificação de autorização (SQL DDL)
  - Especificação de integridade (SQL DDL)
  - Controle de transação (SQL DDL)

# SQL - Structured Query Language

Comandos	Usado para	Tipo
<i>select</i>	Consultar dados	DML
<i>insert, update, delete</i>	Incluir, alterar e remover dados	DML
<i>commit, rollback</i>	Controlar transações	DDL
<i>create, alter, drop</i>	Definir, alterar e remover esquemas (tabelas)	DDL

# SQL - Structured Query Language

---

**CREATE TABLE cliente**

(nome	CHAR(20) NOT NULL,
endereço	CHAR(30),
cidade	CHAR(30),
PRIMARY KEY	(nome))

**ALTER TABLE cliente ADD RG CHAR(10)**

**SELECT nome, endereco**

**FROM cliente**

**WHERE cidade = 'São José dos Campos'**



# SQL - Básico

---

- Seleção

```
SELECT *  
FROM solicitacao_compra  
WHERE cod_func = 'func01'
```

- Projeção

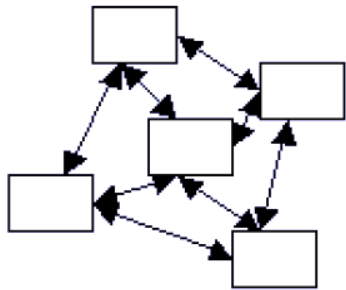
```
SELECT cod_func  
FROM solicitacao_compra
```

- Produto Cartesiano

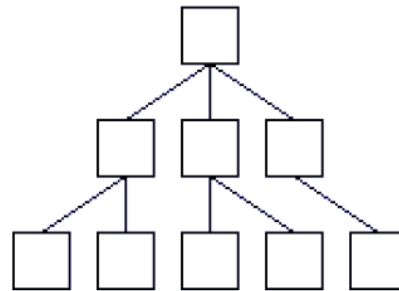
```
SELECT funcionarios.*, solicitacao_compra.*  
FROM funcionarios INNER JOIN solicitacao_compra  
ON funcionarios.cod_func = solicitacao_compra.cod_func
```

# Modelos de SGBD

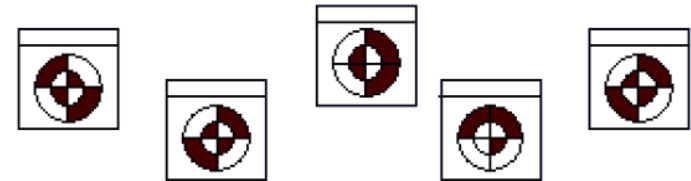
---



Rede



Hierárquico



Objeto

P-Id	Nome	Sobrenome	Cidade
1	Lais	Costa	SJC
2	Maria	Silva	SP

Cidade	População	Renda
SJC	1000000	32244
...	...	...

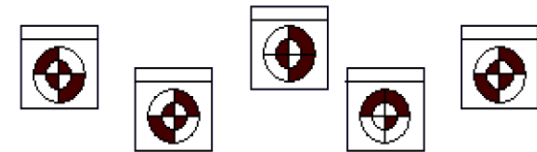
Relacional

# Modelos de SGBD



---

P-Id	Nome	Sobrenome	Cidade	Cidade	População	Renda
1	Lais	Costa	SJC	SJC	1000000	32244
...	...	...	...	...	...	...

Relacional



Objeto

ID	XY	DF	ER
56		XXX	
45		YYY	
...	...	...	...

Objeto-Relacional

# Modelagem

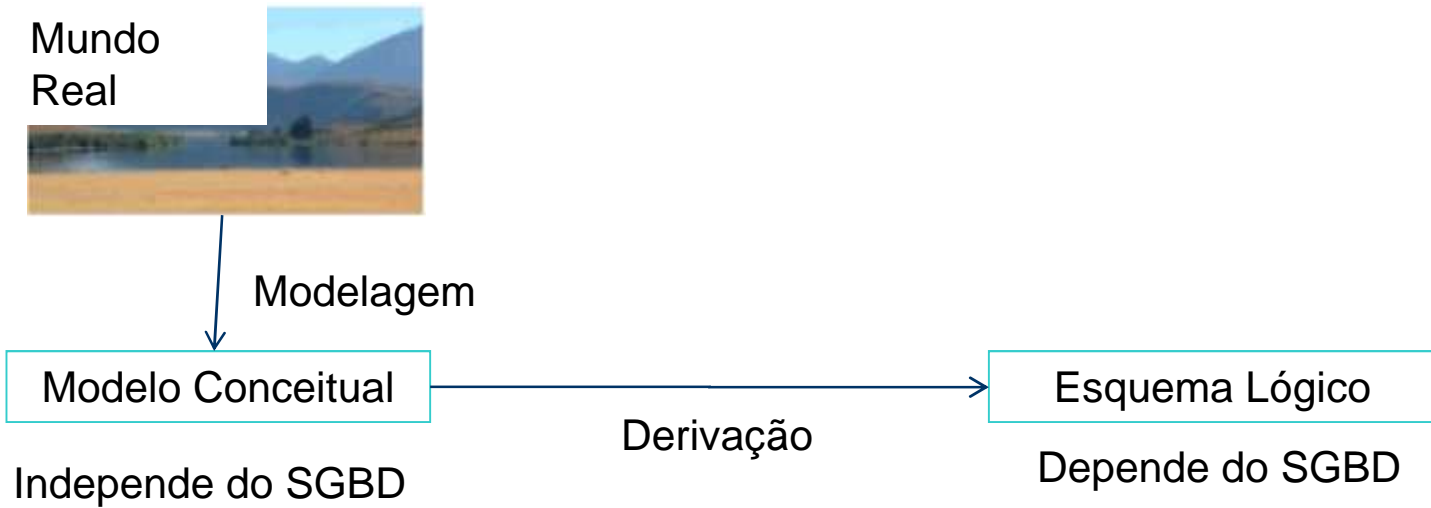
---

	Mundo Real	Banco de Dados												
Esquema	<div></div> <div>Planta</div>	<table><tr><th>P-Id</th><th>Nome</th><th>Sobrenome</th><th>Cidade</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	P-Id	Nome	Sobrenome	Cidade								
P-Id	Nome	Sobrenome	Cidade											
Instância	<div></div> <div>Casas</div>	<table><tr><th>P-Id</th><th>Nome</th><th>Sobrenome</th><th>Cidade</th></tr><tr><td>1</td><td>Lais</td><td>Costa</td><td>SJC</td></tr><tr><td>2</td><td>Maria</td><td>Silva</td><td>SP</td></tr></table>	P-Id	Nome	Sobrenome	Cidade	1	Lais	Costa	SJC	2	Maria	Silva	SP
P-Id	Nome	Sobrenome	Cidade											
1	Lais	Costa	SJC											
2	Maria	Silva	SP											

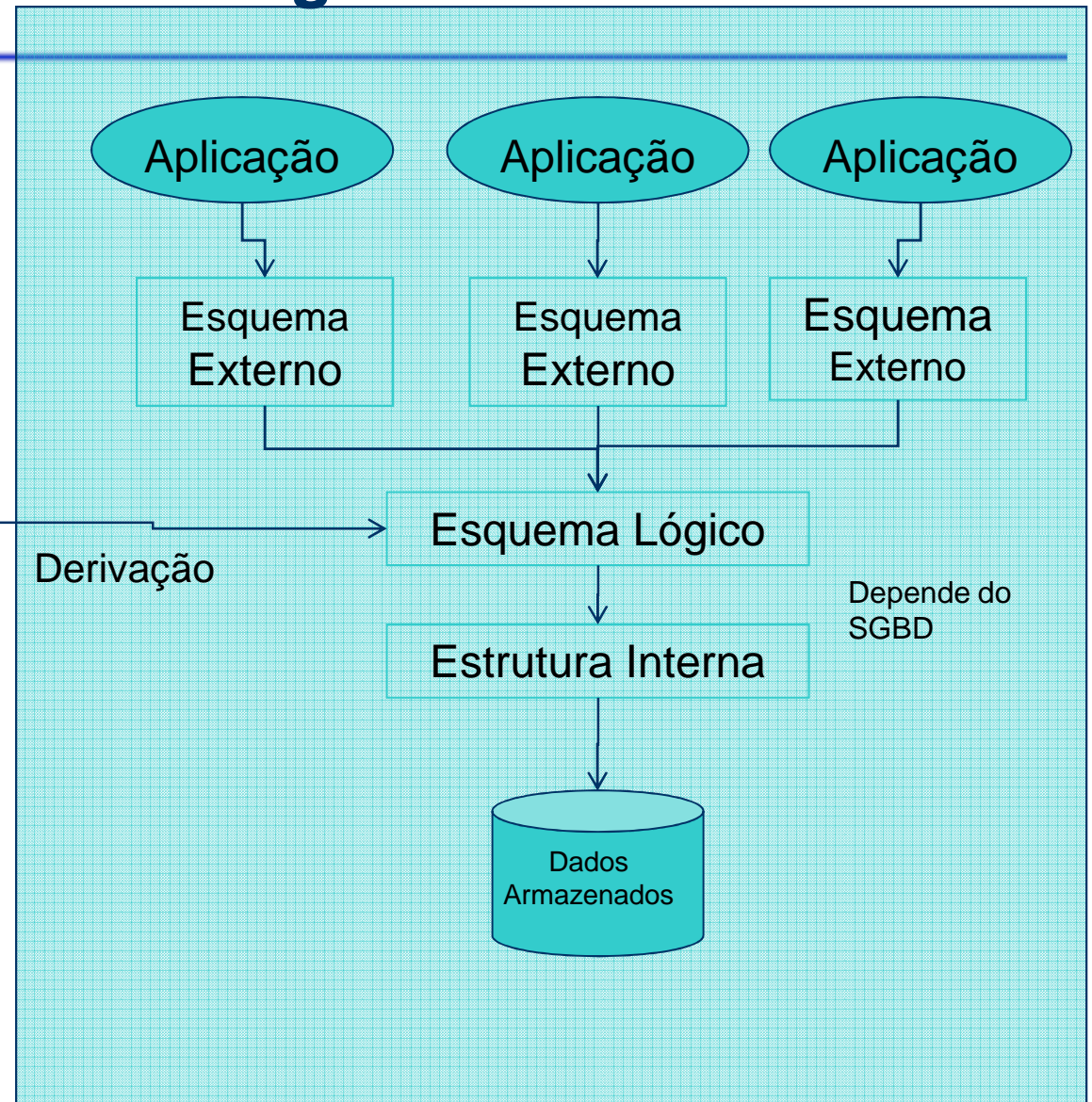
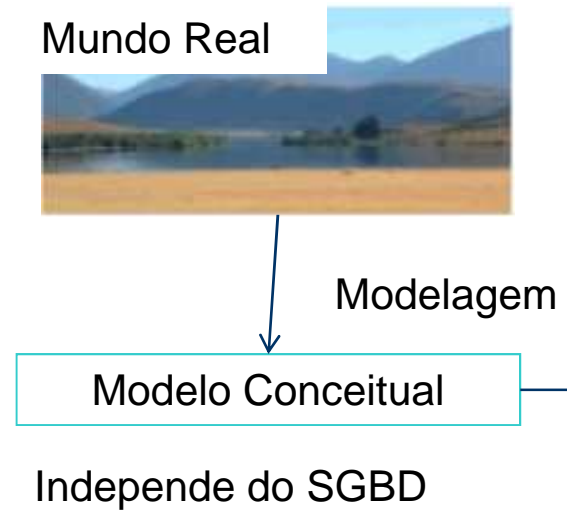
Esquema x Instância

# Modelagem

---

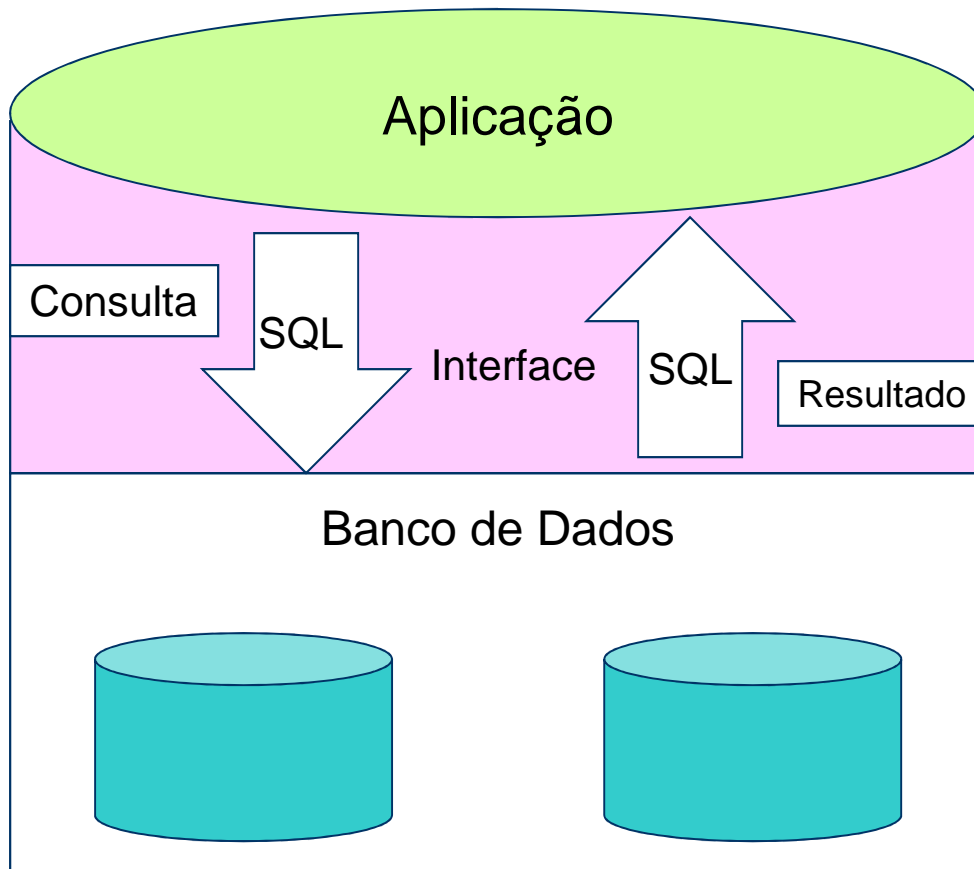


# Modelagem

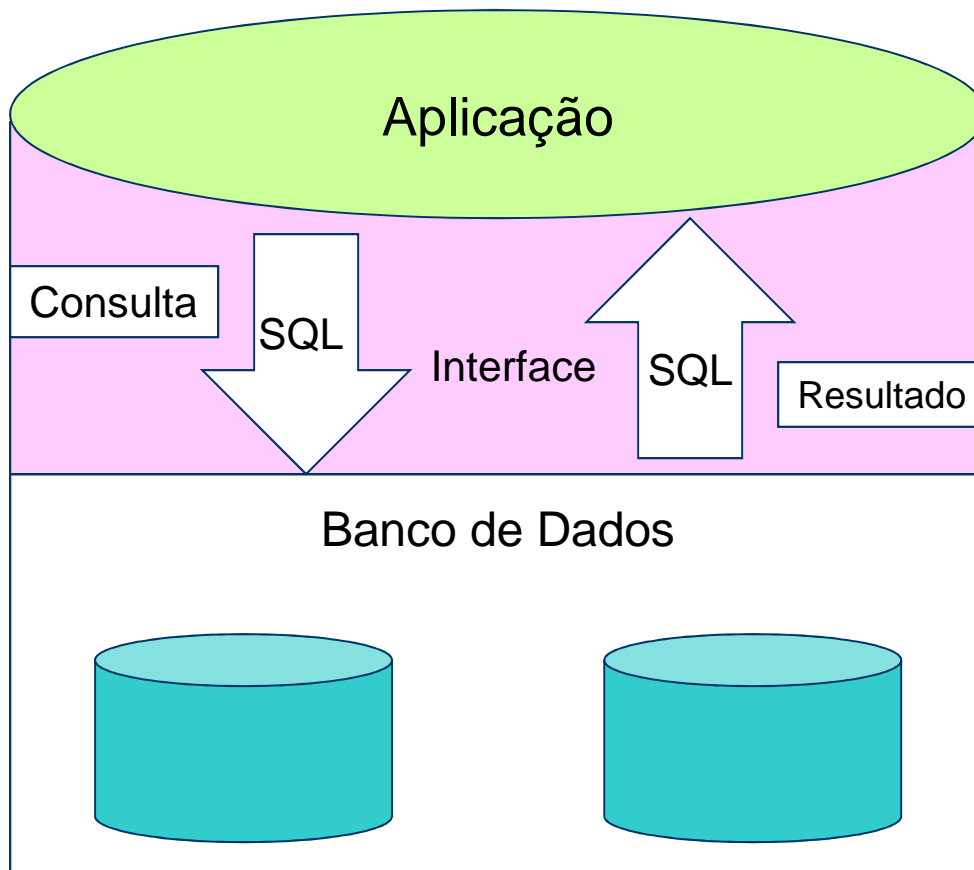


# Interfaces para bancos de dados

---



# Interfaces para bancos de dados

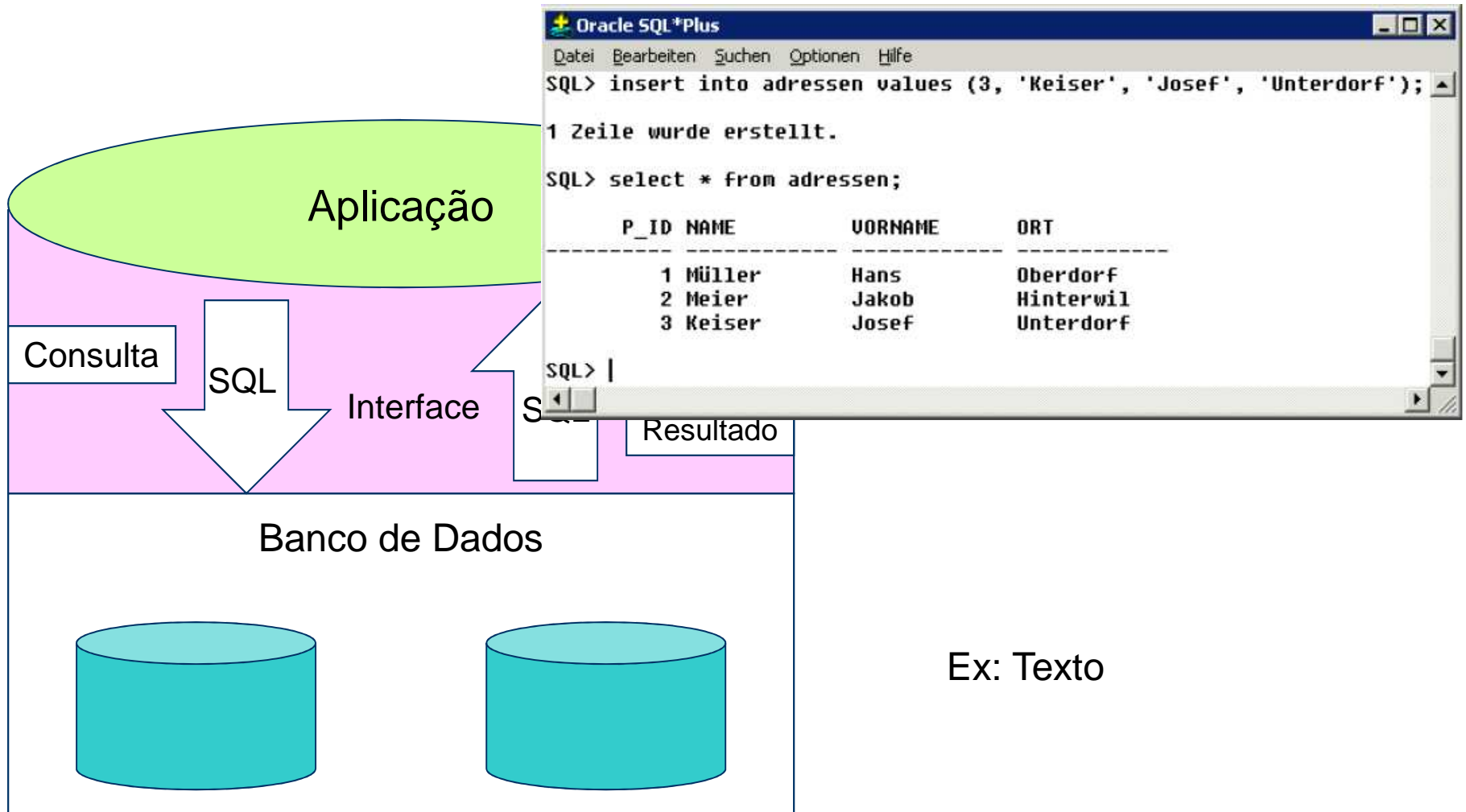


The screenshot displays the TAM website interface. At the top, there is a TAM logo and a navigation bar with links: INSTITUCIONAL, SERVIÇOS, INFORMAÇÕES, TAM FIDELIDADE, EXPERIÊNCIA, and CONTATO. Below the navigation bar, there is a login section with fields for "Número Fidelidade" and "Assinatura Eletrônica", and buttons for "OK", "Esqueci meu nº fidelidade", and "Esqueci minha assinatura eletrônica". A red banner below the login section reads "OFERTAS TAM" and "De SP(Guarulhos) para: Florianópolis: R\$131,00\*, Foz do Iguaçu: R\$129,00\*". To the right of the banner is a flight search form with fields for "De:" (Origin), "Para:" (Destination), "Partida:" (Departure), "Retorno:" (Return), "A partir de:" (From), and "A partir de:" (To). Below the search form is a "STATUS DO VOO" section with a dropdown for "Companhia Aérea:" (Airline) and a button for "OK".

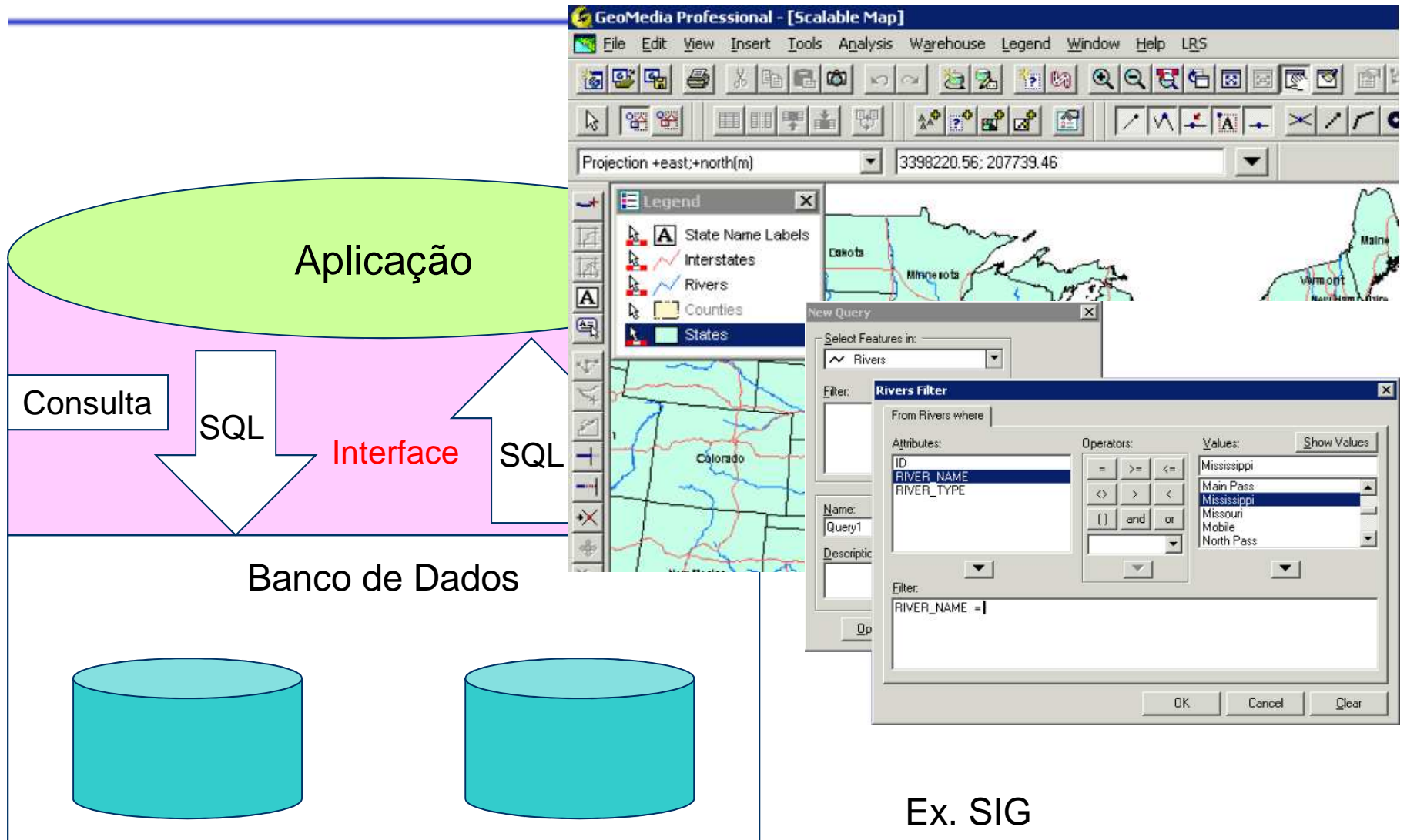
Ex. Formulário



# Interfaces para bancos de dados



# Interfaces para bancos de dados



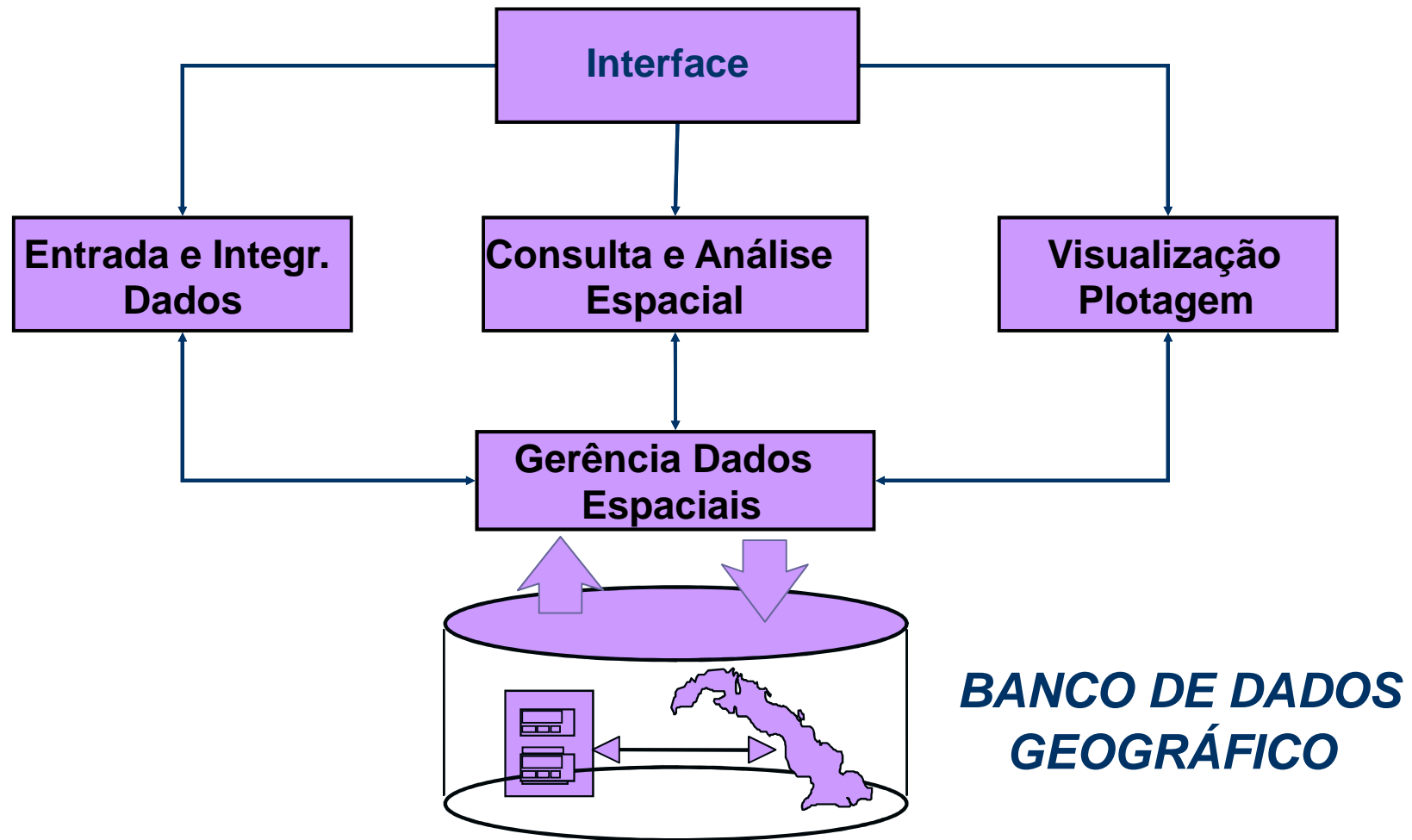
# Sistemas de Informação Geográfica - SIG

---

- Sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos
- Funcionalidades de um SIG:
  - Entrada e validação de dados espaciais
  - Armazenamento e gerenciamento desses dados
  - Saída e apresentação visual desses dados
  - Transformação de dados espaciais
  - Interação com o usuário
  - Combinação de dados espaciais para criar novas representações do espaço geográfico
  - Ferramentas para análise espacial

# Visão Geral de um SIG

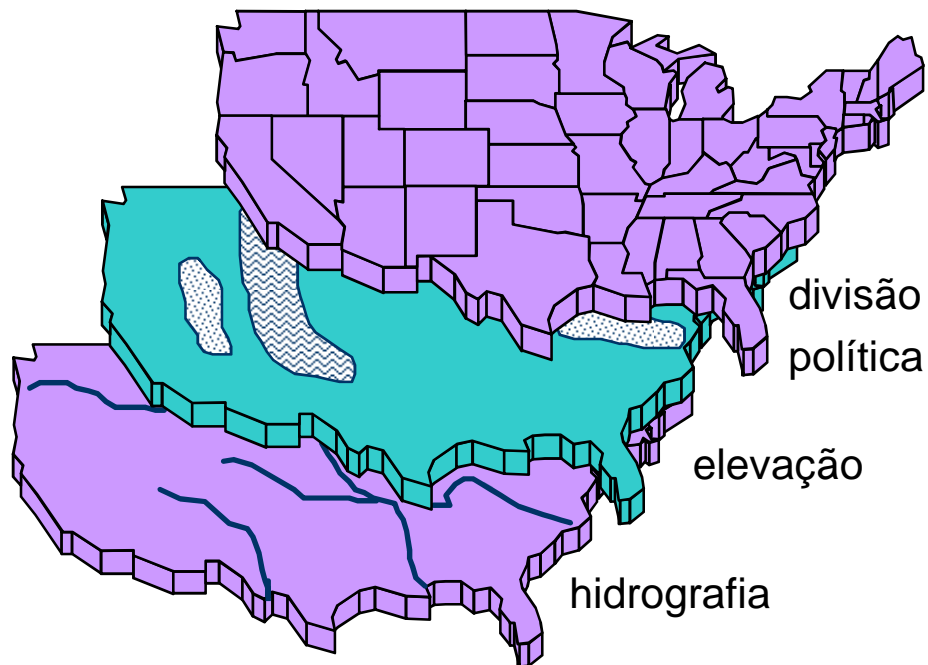
---



# Organização lógica de dados em um SIG

---

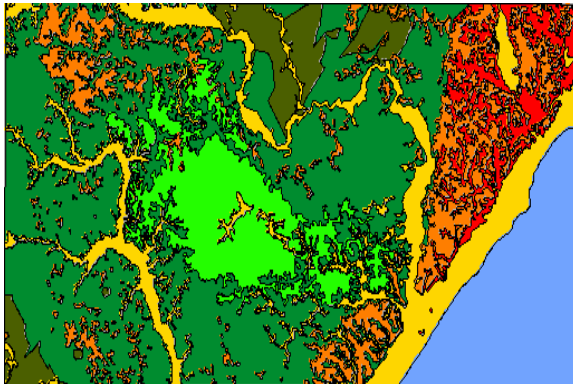
- Organização por camadas ou planos de informação
  - cada camada trata de um dado específico



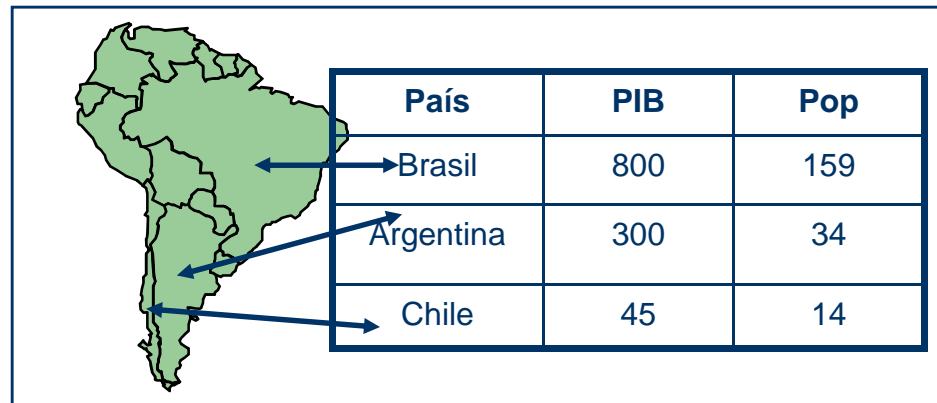
# Organização lógica de dados em um SIG

---

- Plano de informação (nível, camada, *layer*)
  - contém informações referentes a um único tipo de dados
  - restrição: área geográfica definida. Exs:
    - geologia de uma área
    - conjunto de lotes (objetos)



PI com Campo (Geologia)



PI com Objetos (Países)

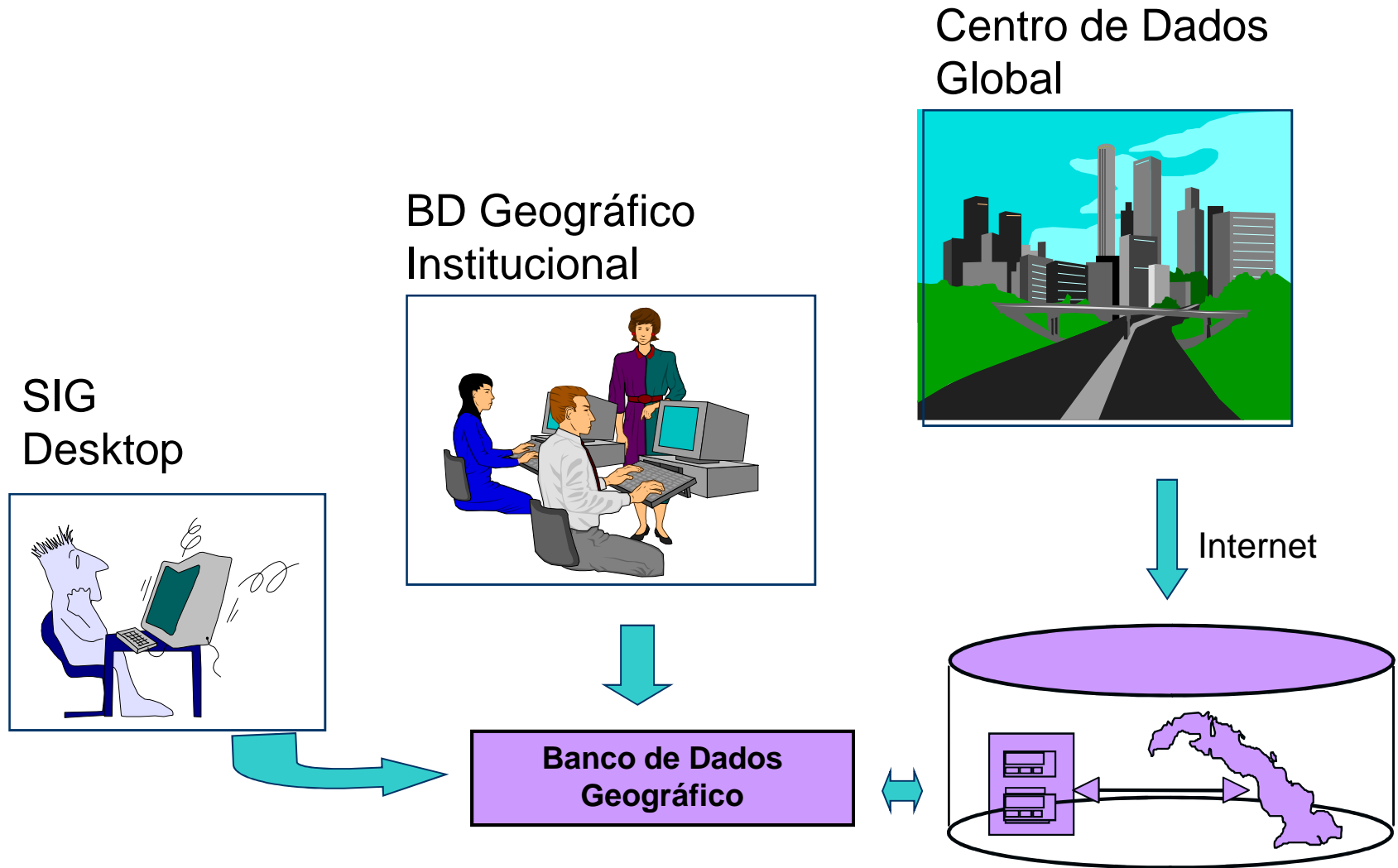
# Evolução das arquiteturas de SIG

---

- SIG “desktop” (~1983-1990)
  - Ambiente monousuário
  - Ênfase em interfaces amigáveis e funções de análise
- SIG distribuído (~1990-2000)
  - Ambiente multiusuário
    - Compartilhamento de dados
  - Ênfase em controle de acesso e manutenção de integridade
- Servidores Web (~2000)
  - Uso da Internet para disseminar dados
  - Ênfase em eficiência de acesso e interfaces de navegação

# Evolução do uso do SIG

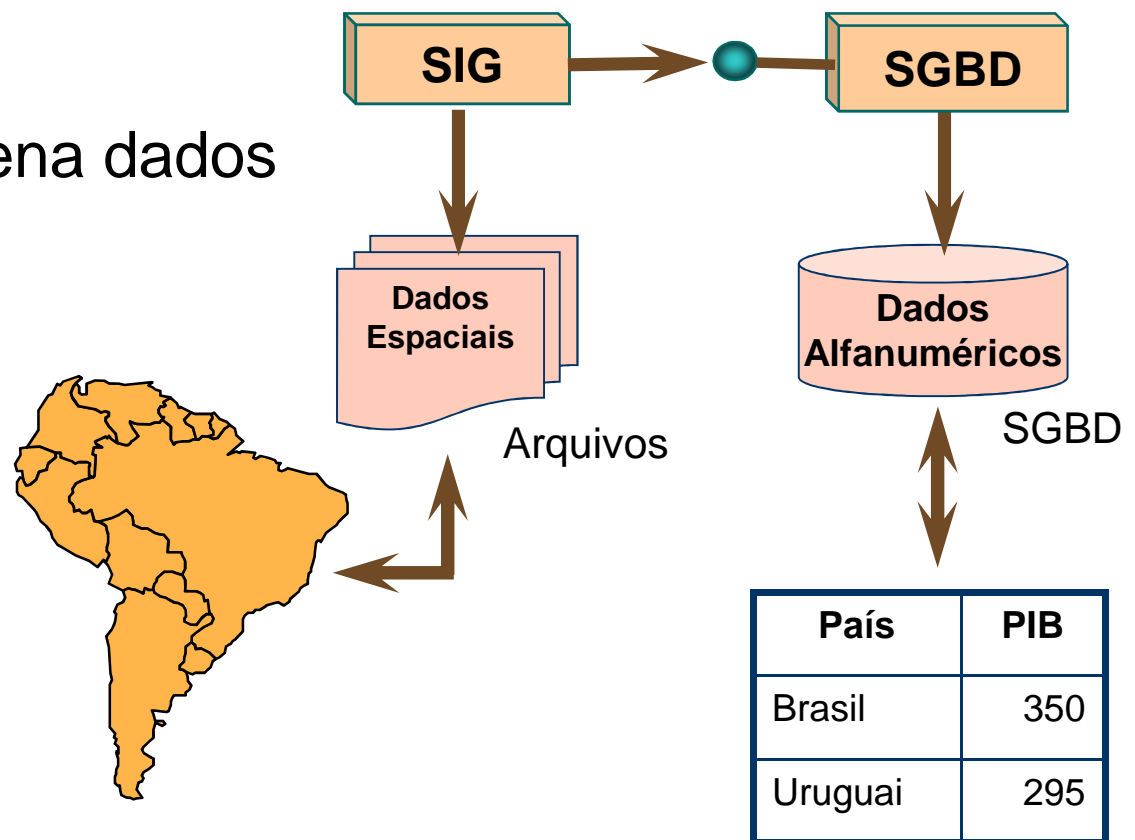
---



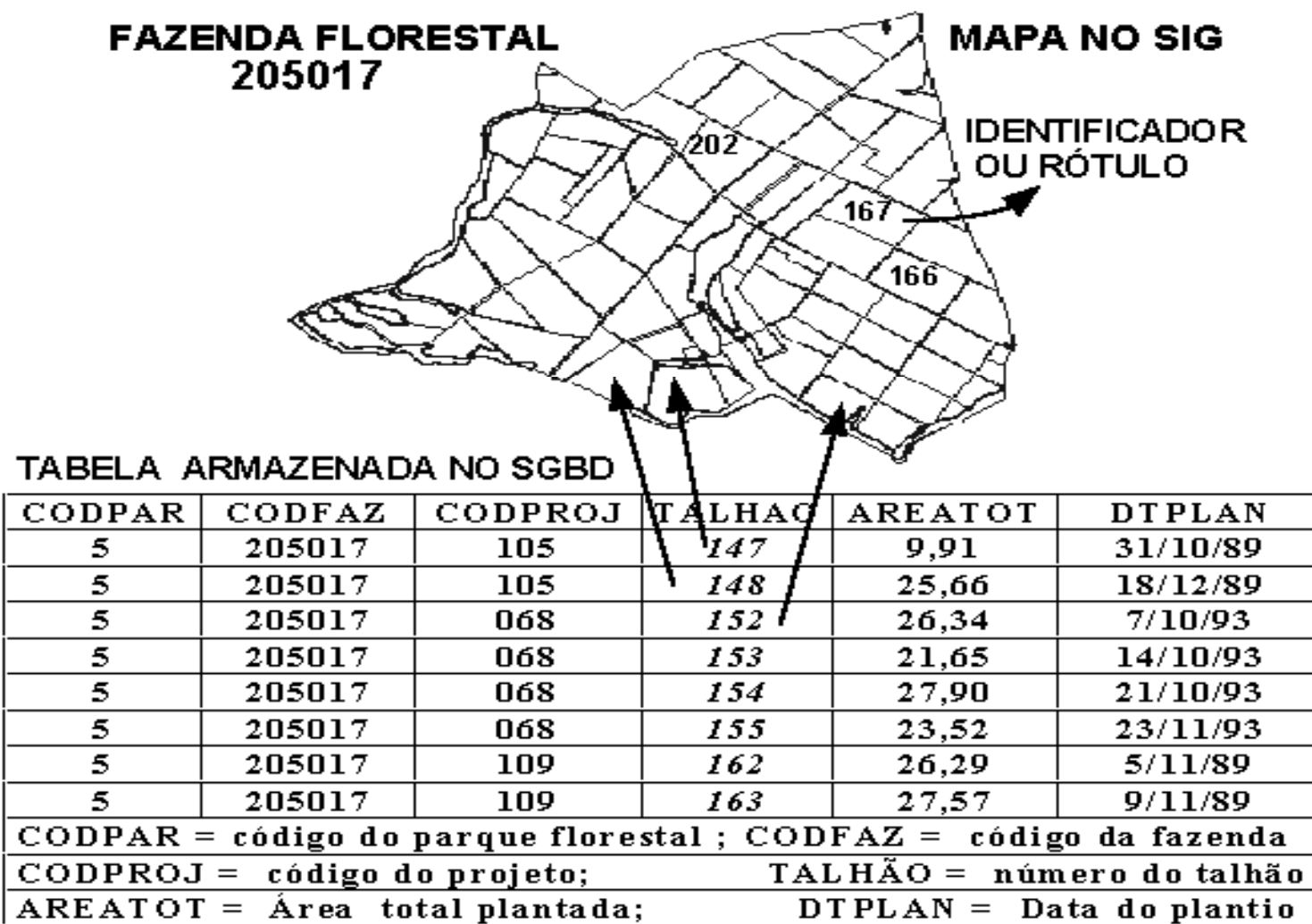


# Arquitetura dual

- SGBD relacional: armazena dados alfanuméricos
- Arquivos: armazena dados espaciais



# Arquitetura dual

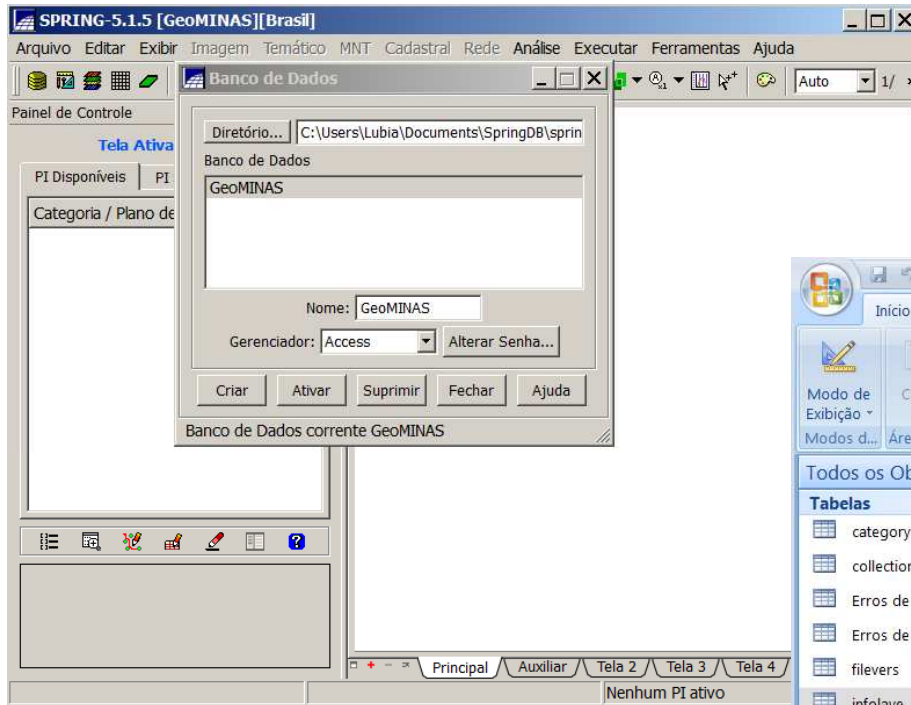


# Arquitetura dual - Exemplos

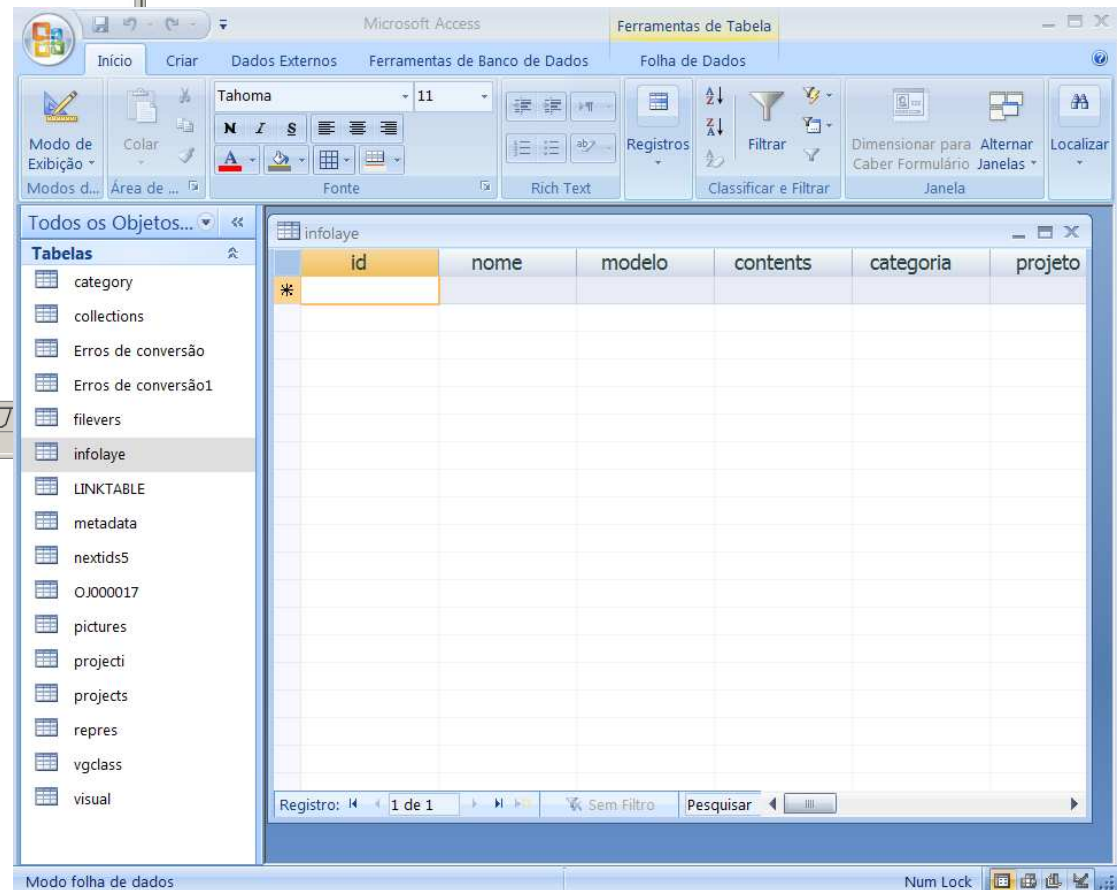
---

- SPRING
  - Dados alfanuméricos: SGBD relacional (DBase, Access, MySQL, Oracle, PostgreSQL)
  - Dados espaciais: arquivos com formato específico
- ArcView
  - Dados alfanuméricos: SGBD relacional
  - Dados espaciais: “shapefiles”
- IDRISI
  - Dados alfanuméricos: SGBD relacional
  - Dados espaciais: matrizes

# Arquitetura dual – Ex. SPRING



Dados de controle que  
garantem o modelo  
conceitual



# Arquitetura dual – Ex. S

SPRING-5.1.5 [GeoMINAS][Brasil]

Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executar Ferramentas Ajuda

Painel de Controle

Tela Ativa : Principal

PI Disponíveis PI Selecionados

Categoria / Plano de Informação

(V) Divisão\_Estadual  
(LO) Estados

☐ Pontos ☒ Objetos  
☒ Linhas ☐ Texto

Principal Auxiliar Tela 2 Tela 3 Tela 4

ID	NOME	ROTULO	AREA	PERIMETRO	NOMEST	UF	REGIAO
1	1	11	242382995456.000000	2569002.000000	Rondônia	RO	NO
2	2	12	154725613568.000000	2186756.750000	Acre	AC	NO
3	3	13	1601675460608.000000	6867057.000000	Amazonas	AM	NO
4	4	14	244841725952.000000	2734870.250000	Roraima	RR	NO
5	5	15	1214210244608.000000	9566247.000000	Pará	PA	NO
6	6	16	136242733056.000000	2136702.000000	Amapá	AP	NO
7	7	17	275466813440.000000	3121278.250000	Tocantins	TO	NO
8	8	21	330188423168.000000	4047137.750000	Maranhão	MA	NE
9	9	22	255173640192.000000	2697939.000000	Piauí	PI	NE
10	10	23	149907668992.000000	1773150.750000	Ceará	CE	NE

PI: Estados

Brasil

Libraries Documents SpringDB springdb GeoMINAS Brasil

File Edit View Tools Help

Organize Open Share with E-mail Burn New folder

Favorites Desktop Downloads Recent Places

Documents library

Brasil

Name

- V000002.an1
- V000002.an2
- V000002.bk
- V000002.in
- V000002.no1
- V000002.no2
- V000002.po1
- V000002.po2
- Brasil.info
- V000002.rta
- V000002.rti
- V000002.rtp

Microsoft Access

Ferramentas de Tabela

Início Criar Dados Externos Ferramentas de Banco de Dados Folha de Dados

Modo de Exibição Colar Modos d... Área de ... Fonte Rich Text Registros Filtrar Dimensionar para Alternar Localizar Caber Formulário Janelas

Tahoma 11

Todos os Objetos...

Tabelas

- category
- CG000018
- collections
- Erros de conversão
- Erros de conversão1
- Erros de conversão2
- filevers
- GA000002
- infolaye
- LINKTABLE
- metadata
- nextids5
- OJ000017
- OJ000018
- pictures
- projecti
- projects

infolaye

id	nome	modelo	contents	categoria	projeto
2	Estados	64	12	9	

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

CG000018

GEOID	NOMEST	UF	REGIAO
1	Rondônia	RO	NO
2	Acre	AC	NO
3	Amazonas	AM	NO
4	Roraima	RR	NO
5	Pará	PA	NO
6	Amapá	AP	NO
7	Tocantins	TO	NO
8	Maranhão	MA	NE
9	Piauí	PI	NE
10	Ceará	CE	NE
11	Rio Grande do	RN	NE

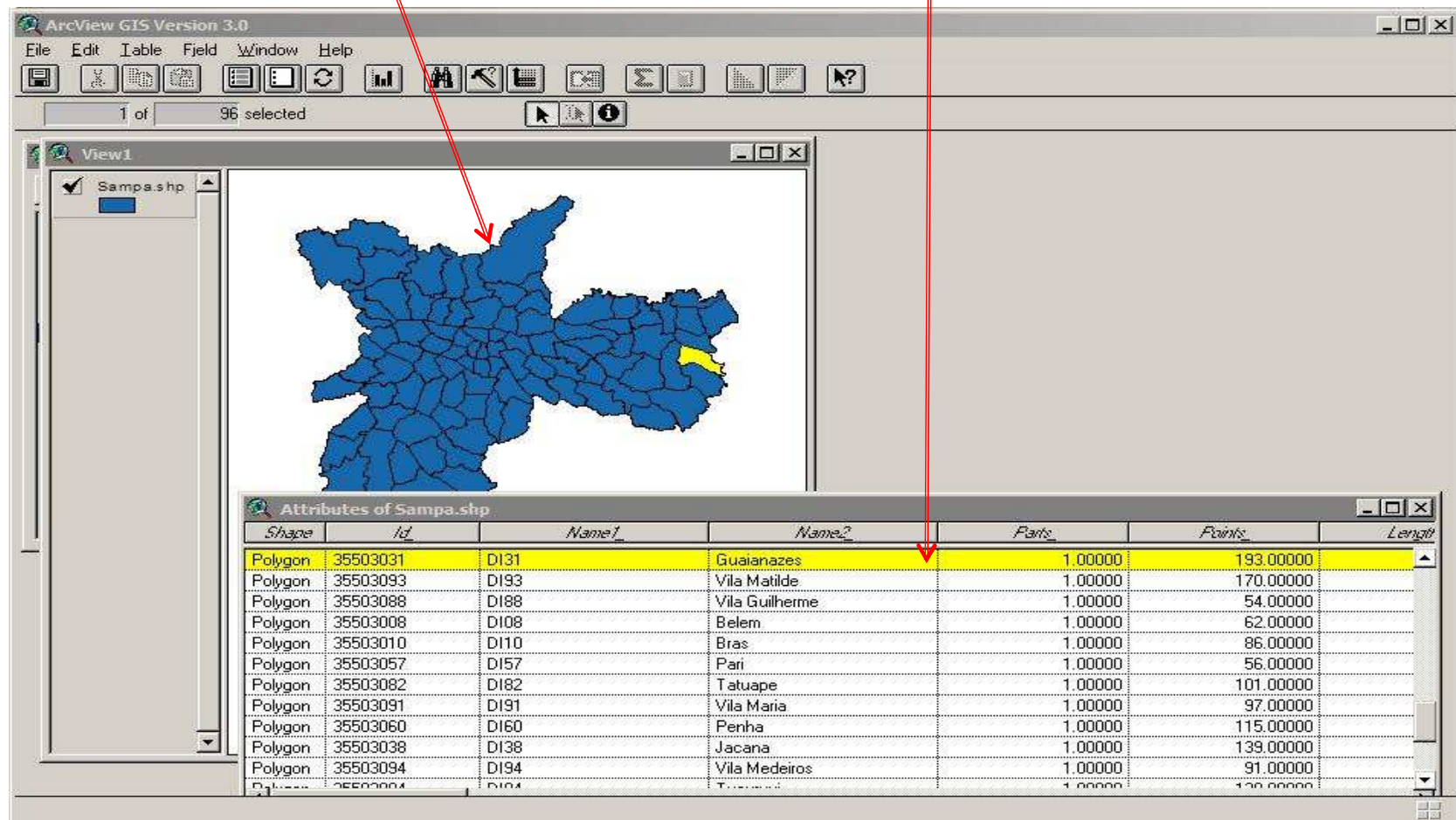
Registro: 1 de 27 Sem Filtro Pesquisar

Modo folha de dados

Num Lock

# Arquitetura dual - Ex. ArcView

- Shapefile: Estados.shp, Estados.shx, Estados.dbf





# Como consultar a base? Ex. apontamento.

SPRING-5.1.5 [GeoMINAS][Brasil]

Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executar Ferramentas Ajuda

Painel de Controle

Tela Ativa : Principal

PI Disponíveis PI Selecionados

Categoria / Plano de Informação

(V) Divisão Estadual  
(LO) Estados

☐ Pontos ☒ Objetos  
☒ Linhas ☐ Texto

Tabela

ID	NOME	ROTULO	AREA	PERIMETRO	NOMEST	UF	REGIAO
19	33	33	42120876032.000000	1581134.375000	Rio de J...	RJ	SE
20	35	35	247546937344.000000	2912832.500000	São Paulo	SP	SE
21	41	41	196600905728.000000	2331258.500000	Paraná	PR	SU
22	42	42	95387869184.000000	2012606.500000	Santa C...	SC	SU
23	43	43	271939272704.000000	3233131.500000	Rio Gra...	RS	SU
24	50	50	361756459008.000000	2783440.250000	Mato Gr...	MS	CO
25	51	51	898282422272.000000	4755015.000000	Mato Gr...	MT	CO
26	52	52	338731171840.000000	3100251.000000	Goiás	GO	CO
27	53	53	6123834368.000000	312854.906250	Distrito ...	DF	CO

PI: Estados

Feito pelo SIG

Feito pelo SGBD

1. Capture o ponto da tela
2. Transforme em coordenadas
3. Busque nos arquivos proprietários qual geometria contém esse ponto
4. Recupere o ID do objeto associado a geometria
5. Envie consulta ao SGDB:  

```
SELECT * FROM estados where  
  
ID = xxx;
```
6. Acenda a linha correspondente ao resultado da consulta

# Arquitetura dual

---

- Vantagens
  - Não requer nenhuma capacidade extra do SGDB
- Desvantagens
  - SGBD não controla a geometria:
    - Não há controle de integridade
    - Não permite o ambiente multi-usuário



Apropriada para SIG “desktop”



# Usuário corporativo

---

- Perfil típico
  - Prefeitura – cadastro urbano
  - Concessionária de serviços públicos – gerenciamento
- Requisitos
  - Ambiente multiusuário
  - Suporte a operação em tempo real
  - Integração a bancos de dados não espaciais já existentes
  - Coleta de dados em campo

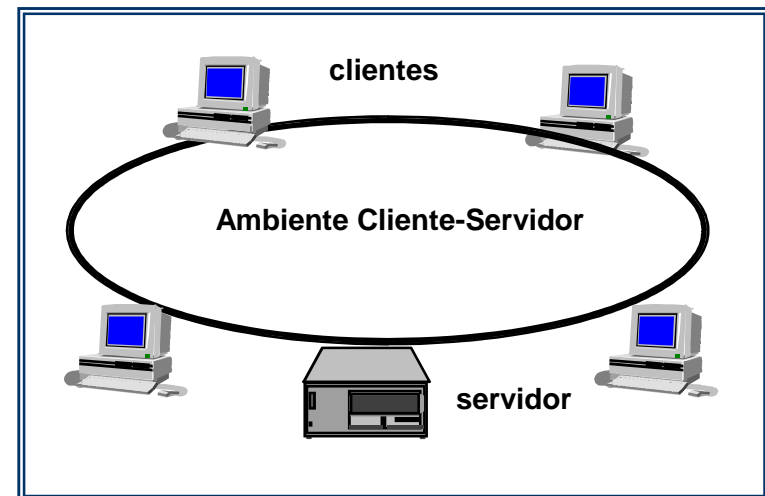


Necessita um SIG “Distribuído”

# SIg distribuído

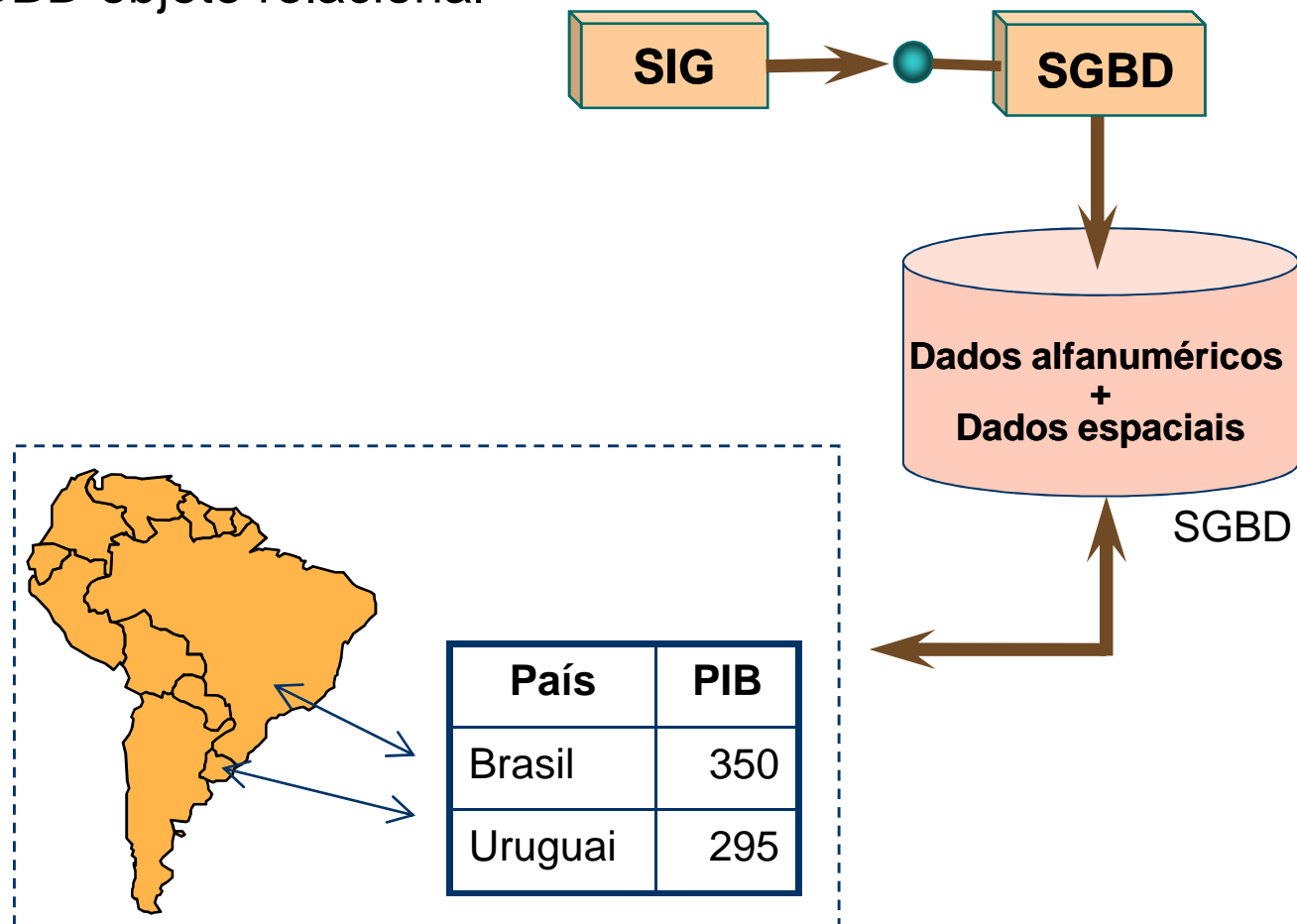
---

- Baseia-se em uma arquitetura cliente-servidor: **vários clientes**, **um servidor** que contém os dados
- Características
  - Permite um ambiente multiusuário
  - Atualizações são visíveis automaticamente para todos os clientes
  - Necessita **todos os dados** sob o controle do Sistema Gerenciador de Banco de Dados



# Arquitetura integrada

- Permite armazenar o dado geográfico também no SGBD
  - SGBD objeto relacional



# Relembrando - SGBD Relacional

---

- Banco de dados é organizado em uma coleção de relações ou tabelas relacionadas entre si

Aluno

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

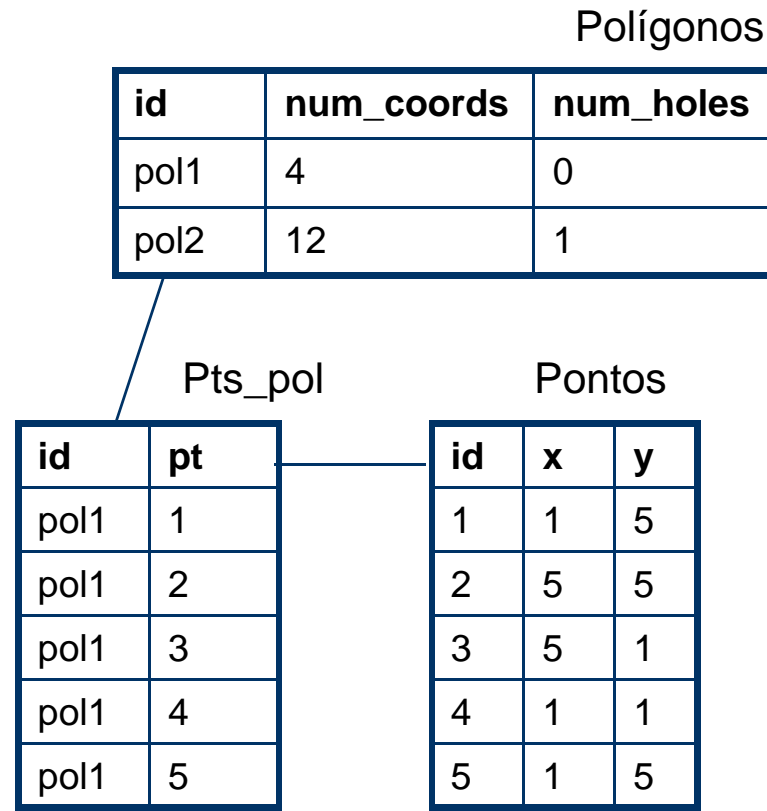
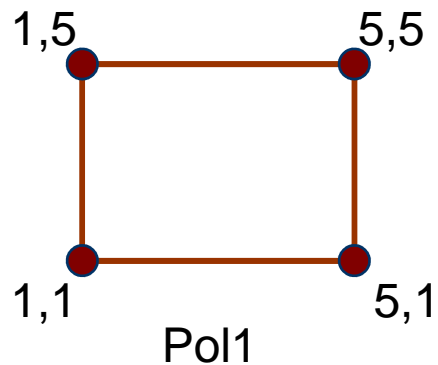
Curso

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

# Arquitetura Integrada - SGBD Relacional

- Como armazenar um polígono em um SGBD-R?

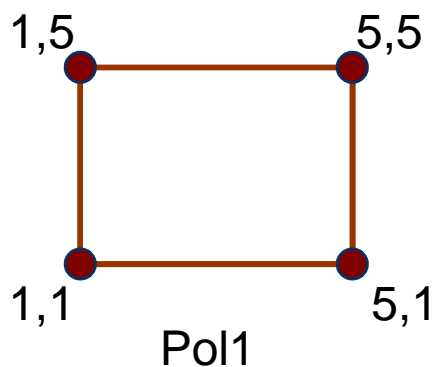
Alternativa 1: tabelas de pontos (x,y)



# Arquitetura Integrada - SGBD Relacional

- Como armazenar um polígono em um SGBD-R?

Alternativa 2: campo longo binário (BLOB)



Tipo BLOB: uma sequência de bytes sem significado para o SGBD

Polígonos

id	num_coords	num_holes	poligono
pol1	4	0	(xy, xy, xy...)
pol2	12	1	(xy, xy, xy...)

# Arquitetura Integrada - SGBD Relacional

---

- Vantagens
  - Facilidade na manutenção de integridade entre a componente espacial e alfanumérica
  - Uso dos recursos do SGBD (transação, recuperação de falhas, controle de acesso concorrente, etc.)
- Desvantagens
  - Perda de semântica dos dados espaciais
  - Limitações da SQL para manipular BLOBs
  - Métodos de acesso e otimizados de consulta devem ser implementados pelo SIG

# Arquitetura Integrada - SGBD-OR

---

- Utiliza extensões espaciais construídas sobre SGBD-OR para armazenar, gerenciar e acessar dados espaciais
- SGBD-OR: modelo objeto-relacional
  - Combina benefícios do modelo Relacional com a capacidade de modelagem do modelo OO
  - Fornecem suporte para:
    - Criar objetos complexos
    - Executar consultas sobre dados complexos
  - O modelo de dados Objeto Relacional é uma extensão do modelo Relacional



# Extensão espacial

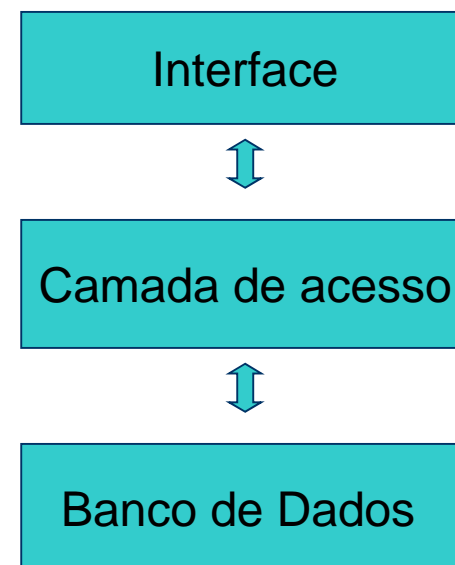
---

- SGBD-OR são estendidos para suportar:
  - Tipos de dados espaciais: polígono, ponto, linha, etc;
  - Operadores e funções utilizados na SQL para manipular dados espaciais (consultas e junção)
  - Métodos eficientes de acesso aos dados espaciais
- Exemplos:
  - Comerciais
    - Oracle Spatial
    - IBM DB2 Spatial Extender
  - Livres de licença
    - PostGIS
    - Extensão espacial para MySQL

# Arquitetura em Camadas (Objeto-relacional)

---

- SGBD
  - Apenas suporte para campos longos (Access)
  - Interface para tipos de dados espaciais (PostGIS)
- Camada de Acesso
  - Bibliotecas de funções
    - TerraLib, ArcSDE
- Interface
  - Integrada com camada de acesso
    - TerraView
  - Cliente-Servidor
    - SIGMUN, ArcGIS 8.0



# Arquitetura em camadas: componentes

---

- Exemplos – TerraView/TerraLib

- Banco de dados

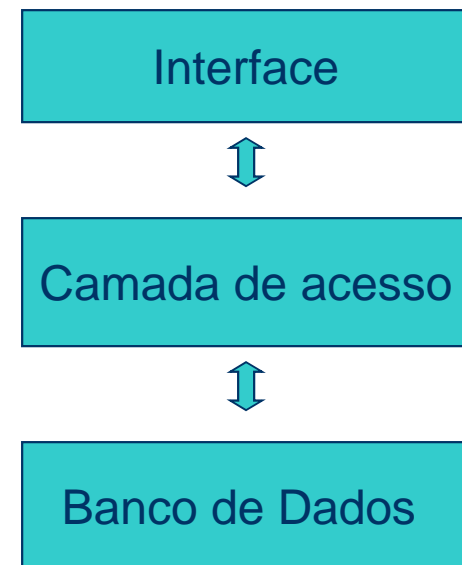
- Access

- Camada de Acesso

- TerraLib

- Interface

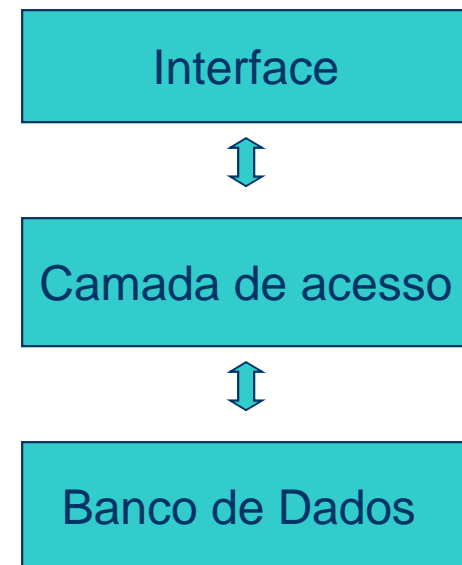
- TerraView



# Arquitetura em camadas: componentes

---

- Exemplos – SIGMUN (cadastro urbano para prefeituras)
- Banco de dados
  - ORACLE
- Camada de Acesso
  - TerraLib (com programa servidor)
- Interface
  - SIGMUN (programa separado)



## Consulta a bancos de dados geográficos

---

- Independentemente da arquitetura é uma funcionalidade básica dos SIG's
- Critérios para selecionar objetos:
  - Apontamento
  - Identificação
  - Atributos
  - Por critérios espaciais

## Consulta baseada em atributos

---

- SIG's implementam interfaces que permitem a aplicação direta de consultas em SQL
- Relembrando: SQL: Selecione o quê de onde tal quê
  - O que: representa quais atributos
  - De onde: representa de quais categorias de objetos
  - Tal que: representa os critérios de seleção de objetos

# Consulta baseada em atributos

---

- Linguagem natural:  
“Selecione todos os atributos das quadras que possuem renda maior que 10000”
- SQL:  

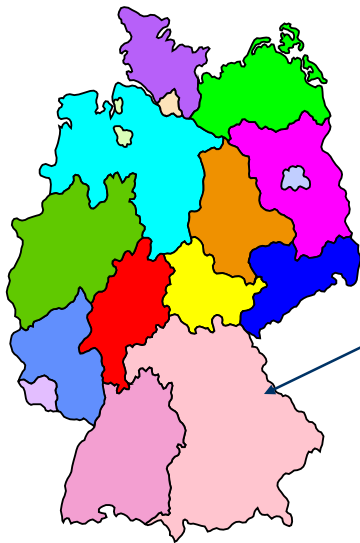
```
SELECT * FROM QUADRAS WHERE RENDA > 100000
```

Quadras

ID	RENDA	NESCOLAS	POP
1	1000	10	1K

# Consulta baseada em atributos

---




Fazendas

id	label	área	numcad
22	Caraíbas	3000	2345

```
SELECT id  
FROM fazendas  
WHERE area > 2500
```



# Consulta por atributos

- 
- Selecione colunas de tabelas onde critério  Cláusula WHERE
  - Operadores que podem ser usados na cláusula *where*:
    - Operadores relacionais:

> (maior)	Ex. $1 > 2 : \underline{F}$ e $12 > 10 : \underline{V}$
< (menor)	Ex. $1 < 2 : \underline{V}$ e $12 < 10 : \underline{F}$
>= (maior ou igual)	Ex. $2 >= 2 : \underline{F}$ e $2 >= 2 : \underline{V}$
<= (menor ou igual)	Ex. $2 <= 2 : \underline{F}$ e $2 <= 2 : \underline{V}$
= (igual)	Ex. $A = A : \underline{V}$ e $A = B : \underline{F}$
(diferente)	Ex. $1 <> 2 : \underline{V}$ e $1 <> 1 : \underline{F}$
like (similar)	Ex. Nome like "Lu%"

# Consulta por atributos

---

- Operadores lógicos booleanos : NOT, AND e OR

Tabela verdade da operação NOT (NÃO)	
V	F
F	V

Tabela verdade da operação OR (OU)		
Op1	Op2	Resultado
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Tabela verdade da operação AND (E)		
Op1	Op2	Resultado
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

# Consulta por atributos

---

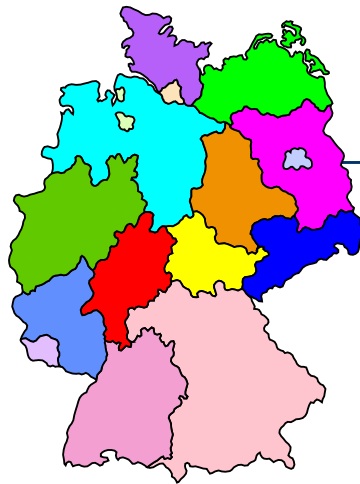
- Linguagem natural:

Selecione todas as quadras que possuem renda maior que 10000 e mais de 10 escolas

- SQL:

*SELECT \* FROM QUADRAS WHERE RENDA > 100000 AND NESCOLAS > 10*

# Consulta baseada em atributos



```
SELECT id  
FROM fazendas, cadastro  
WHERE fazendas.numcad =  
       cadastro.numcad  
AND ITR > 4500
```

Fazendas

id	label	área	numcad
22	Caraíbas	3000	2345

Cadastro

numcad	ITR	Produção
2345	5000	4000

# Consultas baseadas em critérios espaciais

---

- Consultas por critérios restrições espaciais
  - “dê-me todos os países da América do Sul vizinhos ao Chile”
  - “dê-me todos os países por onde passa o Rio Amazonas”



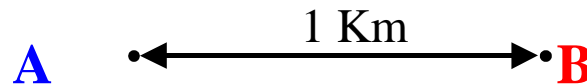
# Relações Espaciais

---

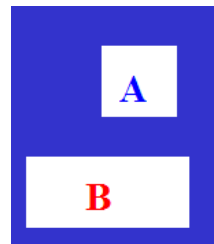
- **Relações topológicas:** contém, cruza, toca, etc.



- **Relações métricas**



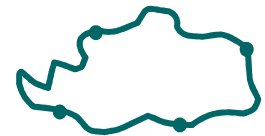
- **Relações direcionais:** ao norte, ao sul, etc.



# Relações Topológicas

---

- Relações topológicas são definidas usando conceitos de topologia como **interior** e **borda**. Por exemplo:
  - A **borda** de uma região consiste de um conjunto de curvas que separa a região do resto do espaço de coordenadas
  - O **interior** de uma região consiste de todos os pontos da região que não correspondem a sua borda
- Considerando isso, duas regiões são:
  - **Adjacentes** se elas compartilham um parte da borda mas não compartilham nem um ponto do seu interior

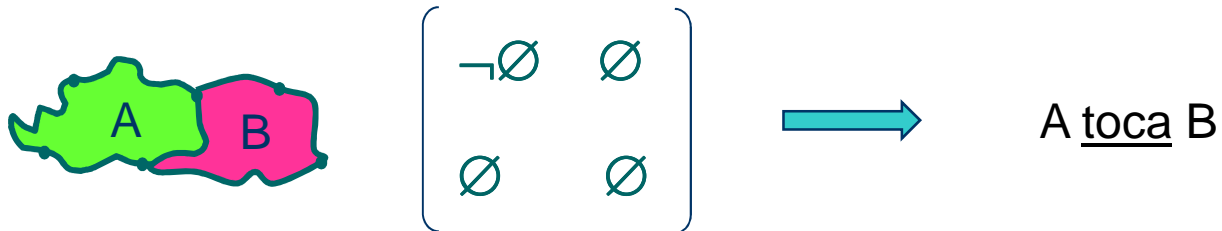


# Relações Topológicas

- Matriz de 4-interseções para relacionamentos topológicos entre regiões
- Definida com base na matriz de interseção entre a borda ( $b$ ) e o interior ( $i$ ) de duas regiões A e B

$$\begin{pmatrix} b(A) \cap b(B) & b(A) \cap i(B) \\ i(A) \cap b(B) & i(A) \cap i(B) \end{pmatrix}$$

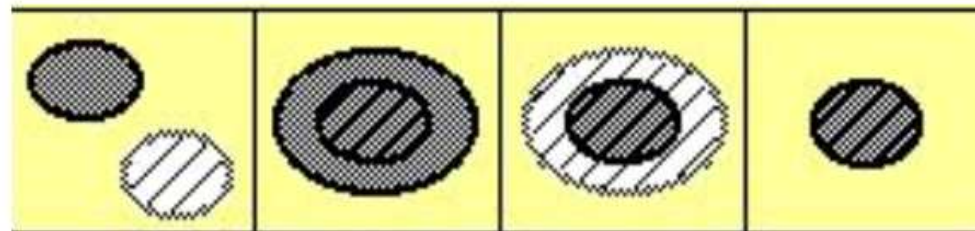
- Cada entrada da matriz é vazia ou não vazia. No exemplo abaixo, a intersecção entre as bordas de A e B é não vazia o resto é vazia





# Matriz de 4-intersecções (Egenhofer)

- De todas as possíveis configurações que podem ser obtidas associando valores vazio/não vazio para cada entrada da matriz, 8 delas são possíveis para regiões sem buracos



*disjunto*

$$\begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset \\ \emptyset & \emptyset \end{pmatrix}$$

*contém*

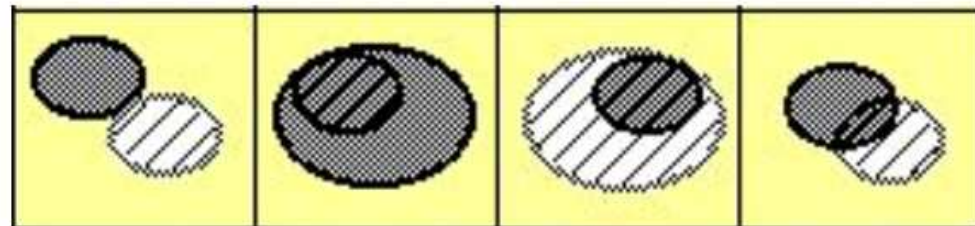
$$\begin{pmatrix} \emptyset & \emptyset \\ -\emptyset & -\emptyset \end{pmatrix}$$

*dentro*

$$\begin{pmatrix} \emptyset & -\emptyset \\ \emptyset & -\emptyset \end{pmatrix}$$

*igual*

$$\begin{pmatrix} -\emptyset & \emptyset \\ \emptyset & -\emptyset \end{pmatrix}$$



*toca*

$$\begin{pmatrix} -\emptyset & \emptyset \\ \emptyset & \emptyset \end{pmatrix}$$

*cobre*

$$\begin{pmatrix} -\emptyset & \emptyset \\ -\emptyset & -\emptyset \end{pmatrix}$$

*coberto por*

$$\begin{pmatrix} -\emptyset & -\emptyset \\ \emptyset & -\emptyset \end{pmatrix}$$

*intercepta*

$$\begin{pmatrix} -\emptyset & -\emptyset \\ -\emptyset & -\emptyset \end{pmatrix}$$

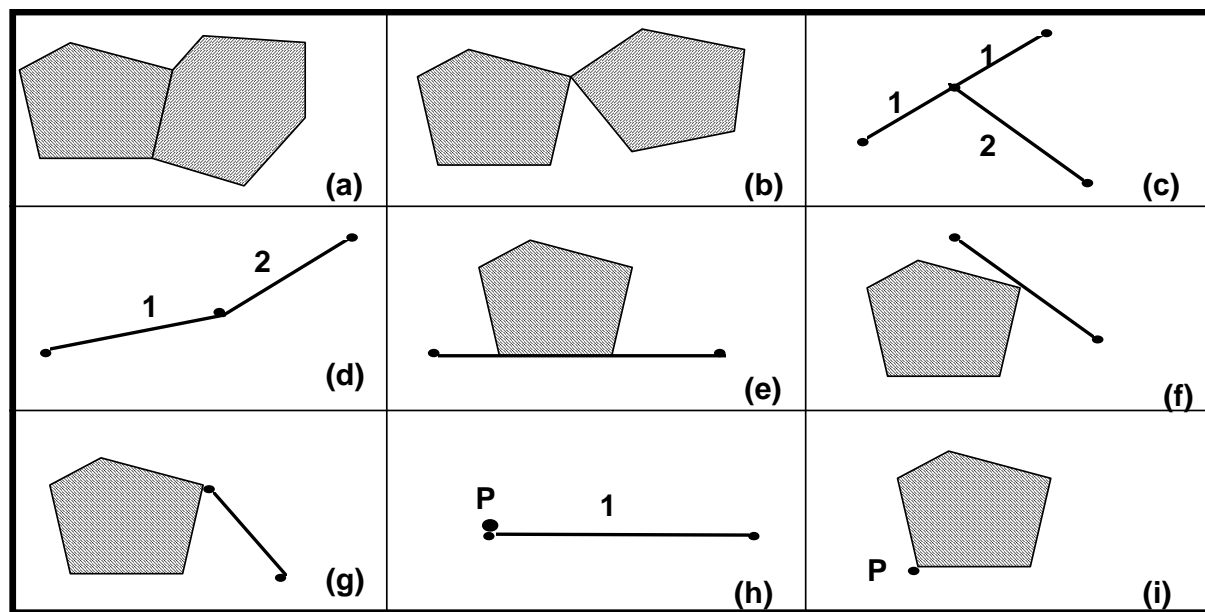
## Matriz de 9-interseções de Egenhofer

---

- Matriz de 9-interseções para relacionamentos topológicos entre conjuntos genéricos de entidades espaciais (não apenas região/região): considera interior, borda e exterior
- As entradas da matriz podem ser vazio/não-vazio ou outras propriedades como visto anteriormente

$$\begin{pmatrix} b(A) \cap b(B) & b(A) \cap i(B) & b(A) \cap e(B) \\ i(A) \cap b(B) & i(A) \cap i(B) & i(A) \cap e(B) \\ e(A) \cap b(B) & e(A) \cap i(B) & e(A) \cap e(B) \end{pmatrix}$$

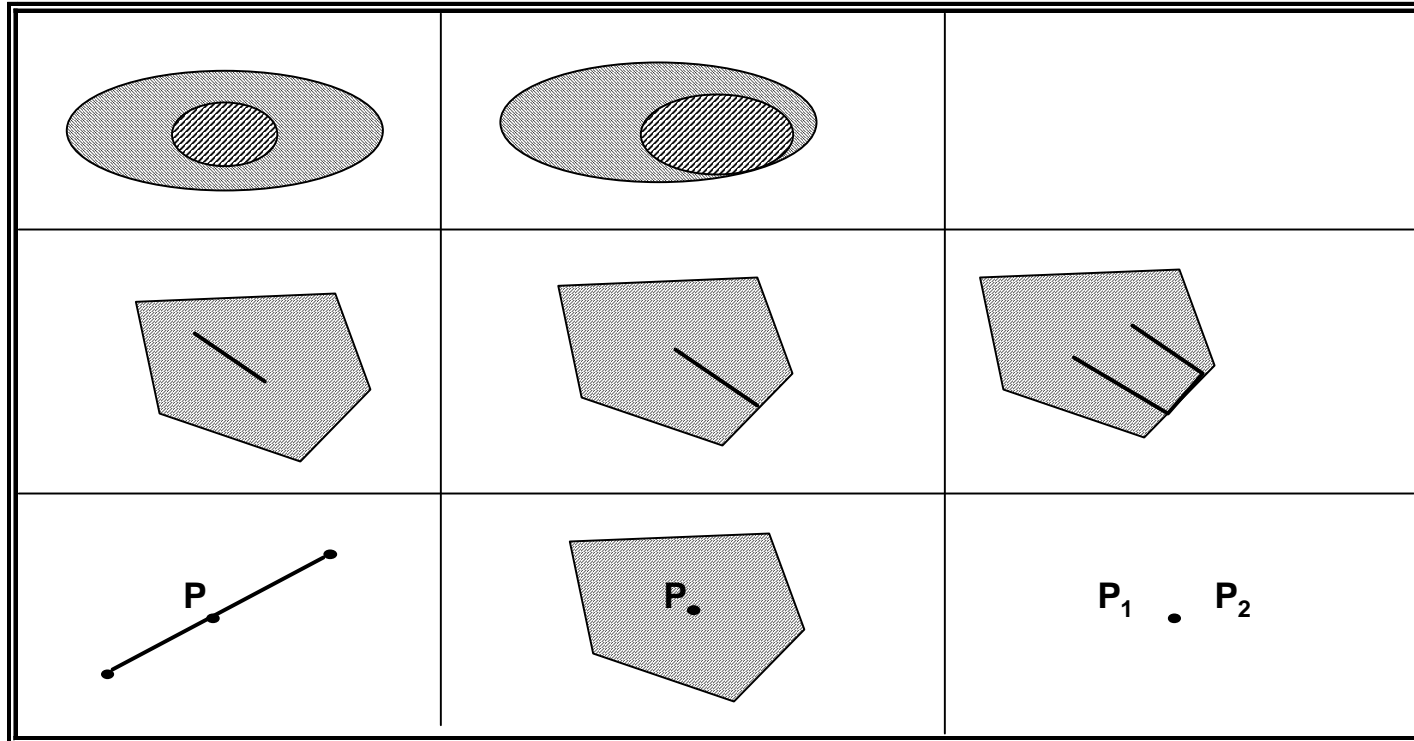
# Relacionamentos topológicos



**Toca:** única interseção é nas bordas

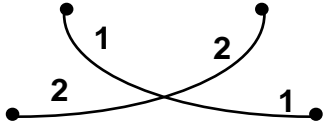
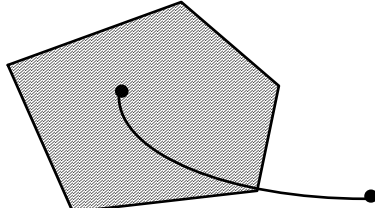
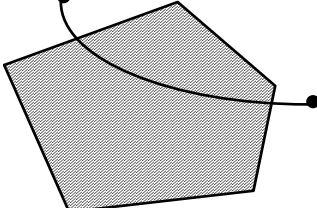
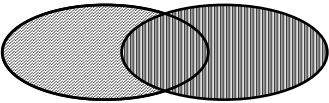
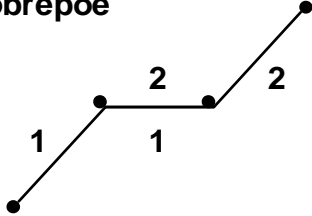
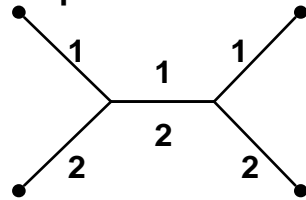
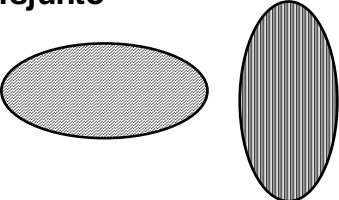
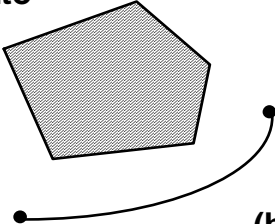

# Relacionamentos Topológicos

---



**Dentro de:** interseção no interior

# Relacionamentos Topológicos

<p><b>cruza</b></p>  <p>(a)</p>	<p><b>cruza</b></p>  <p>(b)</p>	<p><b>cruza</b></p>  <p>(c)</p>
<p><b>sobreposição</b></p>  <p>(d)</p>	<p><b>sobreposição</b></p>  <p>(e)</p>	<p><b>sobreposição</b></p>  <p>(f)</p>
<p><b>disjunto</b></p>  <p>(g)</p>	<p><b>disjunto</b></p>  <p>(h)</p>	<p><b>disjunto</b></p>  <p>(i)</p>

## Acesso aos dados: consultas espaciais

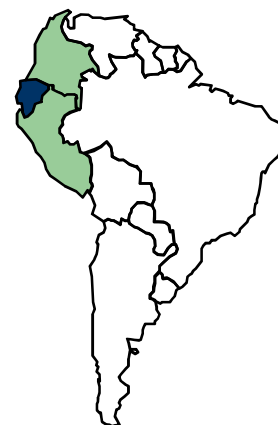
---

- Controle de apresentação
  - combinação de resultados de consulta
  - controle dos objetos apresentados
  - apresentação do contexto espacial



sem contexto

### Vizinhos do Equador



com contexto