



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Modelagem de Dados Geográficos



O que é um modelo de dados?

- O que é um modelo?
 - A planta de um prédio
 - Uma miniatura de um sistema para análise de algumas propriedades
- O que é um modelo de dados?
 - Define a estrutura ou esquema de um conjunto de dados
 - Descrição e documentação dos dados
 - Facilita a análise, a priori, de algumas propriedades. Ex. capacidade de consultas, redundância, consistência, volume de dados, etc.
- Exemplos:
 - SIGs organizam conjuntos de dados espaciais como camadas ou *layers*
 - Bancos de dados organizam conjunto de dados como coleções de tabelas



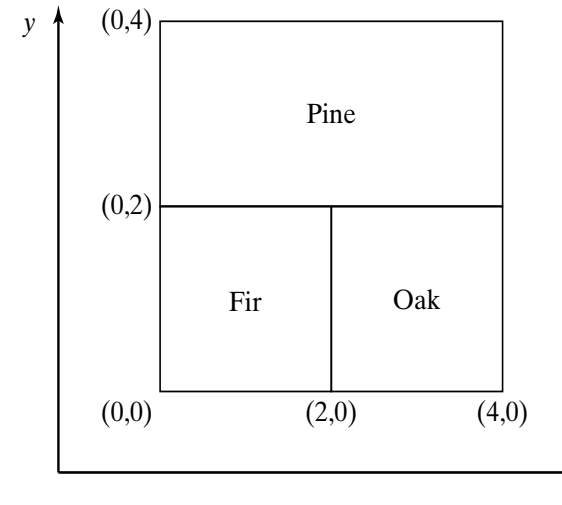
Por que usar Modelos de Dados?

- Modelos de dados facilitam:
 - Análises a priori
 - Reuso de dados entre diferentes aplicações
 - Compartilhamento de dados dentro da organização
 - Adaptação de dados a novos softwares e novos ambientes
- Exemplo: “Bug do Milênio” em 2000
 - Muitos sistemas desenvolvidos nos anos 60 e 70 não tinham modelos de dados bem definidos para representar datas e horários. Algumas representações usavam 2 dígitos para representar anos. A idade de uma pessoa que nasceu em 1960 (representada como 60) seria negativa em 2000 (representada como 00). Bilhões de dólares foram gastos na investigação de diversos sistemas em busca de possíveis erros. Um modelo adequado evitaria a necessidade de se analisar todos os sistemas, mas sim os tipos abstratos referentes a datas.



Modelos para Informação Espacial

- Dois modelos comuns
 - Campos
 - Objetos
- Ex. Talhões de uma floresta
 - a) Mapa de talhões
 - b) Visão de objetos tem 3 polígonos
 - c) Visão de campos tem 1 função



(a)

Object Viewpoint of Forest Stands

Area-ID	Dominant Tree Species	Area/Boundary
FS1	Pine	[(0,2),(4,2),(4,4),(0,4)]
FS2	Fir	[(0,0),(2,0),(2,2),(0,2)]
FS3	Oak	[(2,0),(4,0),(4,2),(2,2)]

(b)

Field Viewpoint of Forest Stands

$$f(x,y) = \begin{cases} \text{"Pine,"} & 2 \leq x \leq 4 ; 2 < y \leq 4 \\ \text{"Fir,"} & 0 \leq x \leq 2 ; 0 \leq y \leq 2 \\ \text{"Oak,"} & 2 < x \leq 4 ; 0 \leq y \leq 2 \end{cases}$$

(c)



Modelo baseado em Campos

- Três conceitos principais:

- Sistema de referência espacial (particionamento)

- ex. grade imposta por um sistema geográfico (Latitude,Longitude)

- Função:

- f : Sistema de referência espacial \rightarrow Domínio do Atributo

- Operações:

- Exemplos, adição (+) e composição (o)

$$f + g : x \rightarrow f(x) + g(x)$$

$$f \circ g : x \rightarrow f(g(x))$$



Operações sobre campos

- **Local:** valor em uma dada localização no campo de saída, depende apenas do valor do campo naquela localização no campo de entrada. Ex. Limiar
- **Focal:** valor em uma dada localização no campo de saída, depende dos valores encontrados no campo de entrada, naquele ponto e em uma certa vizinhança. Ex. Gradiente
- **Zonal:** são associadas com operadores ou funções de agregação. Ex. uma operação que calcula a altura média das árvores para cada talhão é uma operação zonal.



Modelo de Objetos

- Conceitos
 - Objetos: coisas distintas e identificáveis que são relevantes para uma aplicação
 - Objetos tem atributos e operações
 - Atributo: uma propriedade simples de um objeto (ex. numérica, string)
 - Operação: função que mapeia atributos de objetos a outros objetos
- Exemplo de um mapa viário
 - Objetos: rodovias, pontos de interesse, ...
 - Atributos:
 - espaciais: localização, ex. a linha que representa uma rodovia
 - não espaciais: nome (ex. BR-101), tipo (ex. estadual, federal, rua), number de pistas, limite de velocidade, ...
 - Operações: determinar comprimentos, interseções, áreas de influência, ...



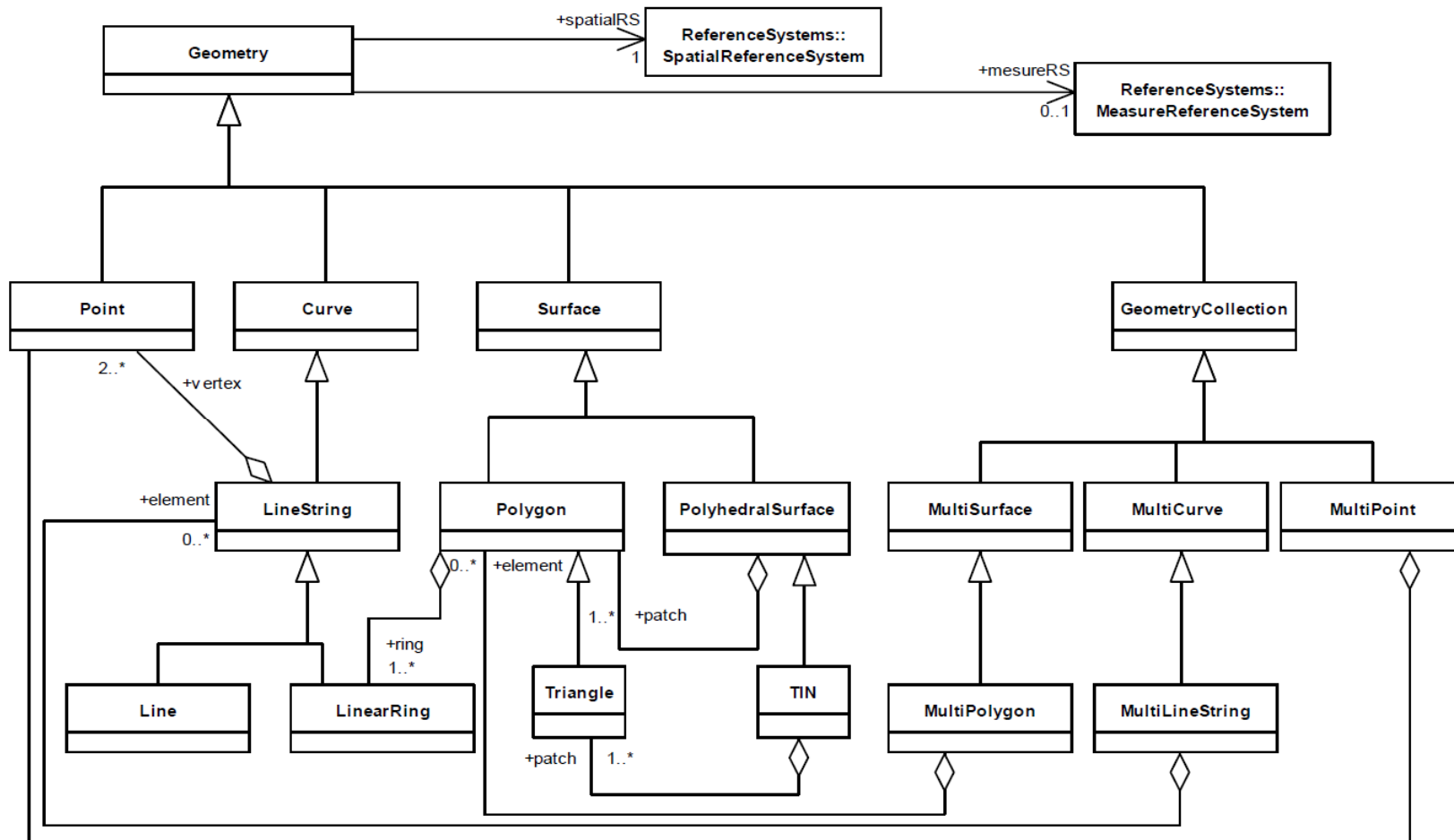
Tipos Espaciais

- Atributos espaciais podem ser:
 - Simples: 0-D, 1-D, 2-D
 - Coleções: de polígonos, linhas, pontos

Tipos espaciais	Exemplo	Dimensão
Pontos	Cidade	0
Linhas	Rio	1
Superfícies	País	2



Modelo OGC





Operações espaciais sobre objetos

- Baseadas em conjunto (união, interseção, pertinência)
 - ex: a interseção de dois polígonos produz outro polígono
- Topológicas
 - ex. municípios que tocam o município de SJC
- Direcionais
 - ex. municípios ao norte de SJC
- Métricas
 - ex. distância entre SJC e RJ



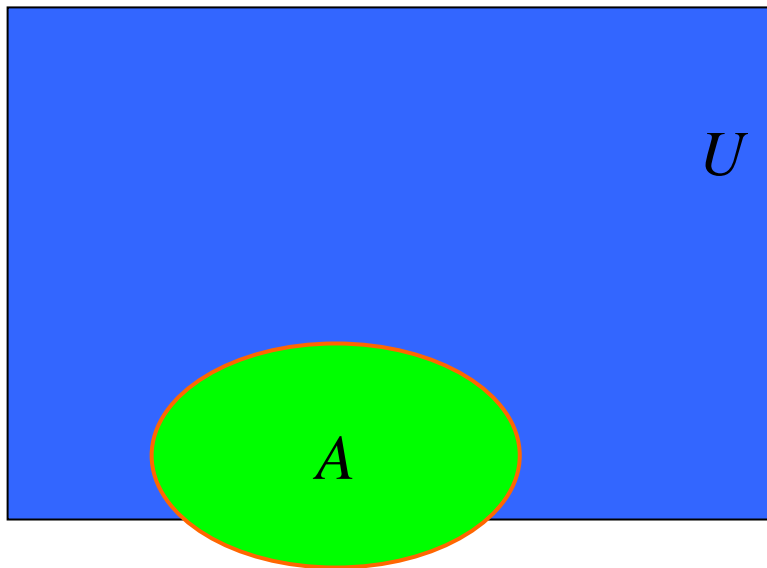
Topologia

- Relacionamentos Topológicos
 - invariantes a deformações elásticas
 - dois países que se tocam em um mapa plano, também se tocam quando representados em um globo
- Topologia é o estudo das relações topológicas
- Exemplos de consulta com predicados topológicos
 - Qual é a relação topológica entre os objetos A e B?
 - Encontre todos os objetos que satisfazem uma certa relação topológica com o objeto A



Conceitos topológicos

- Interior, borda, exterior
 - Seja A um objeto no “universo” U



Verde é o interior de A (A°)

Vermelho é a borda de A (∂A)

Azul – (Verde + Vermelho) é o exterior de A (A^-)



Modelo de 9-interseções para topologia

- A maioria das relações topológicas entre A e B podem ser especificadas usando o modelo de 9-interseções
- Matriz de interseções entre interior, borda e exterior de A e B
 - Se A e B são objetos no plano, então a matriz é uma matriz 9x9
 - Os elementos da matriz assumem valor 0 (interseção vazia) e 1 (interseção não vazia)

$$M_9(A, B) = \begin{pmatrix} A^o \cap B^o & A^o \cap \partial B & A^o \cap B^- \\ \partial A \cap B^o & \partial A \cap \partial B & \partial A \cap B^- \\ A^- \cap B^o & A^- \cap \partial B & A^- \cap B^- \end{pmatrix}$$



Definindo as relações topológicas com a M9

$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ <p>disjoint</p>	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ <p>contains</p>	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ <p>inside</p>	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ <p>equal</p>
$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ <p>meet</p>	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ <p>covers</p>	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ <p>coveredBy</p>	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ <p>overlap</p>

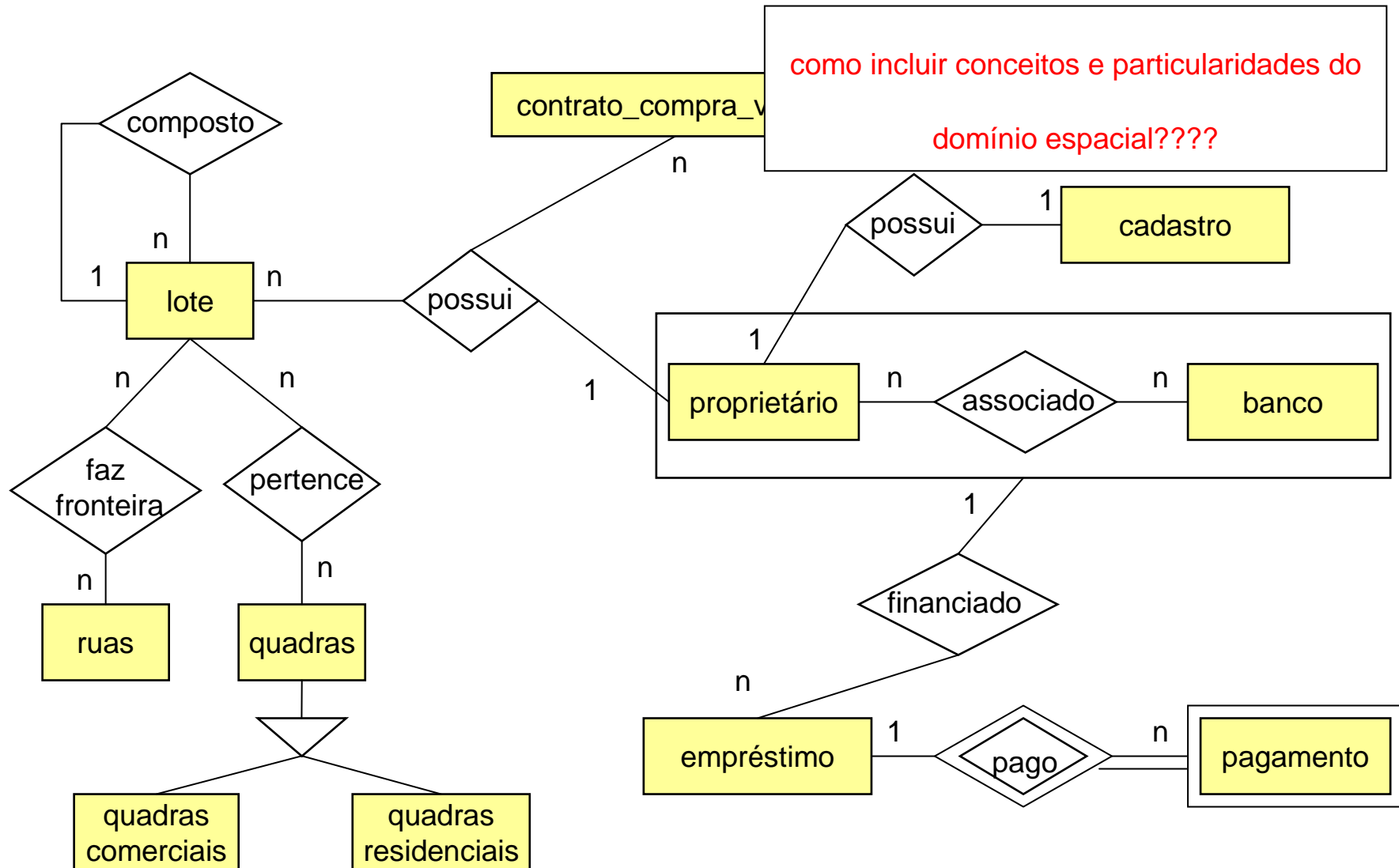


Projeto de Bancos de dados

- Bancos de dados são projetados em 3 fases
 - Tipos de dados conceituais, relacionamentos e restrições (modelo ER)
 - Mapeamento lógico para um modelo relacional e conseqüentemente para a linguagem de consulta associada
 - Estruturas físicas de armazenamento



Modelo Entidade-Relacionamento (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, ...



Requisitos de um Modelo de Dados Geográficos

- Fornecer um alto nível de abstração
- 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
- Ser independente de implementação
- 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, representando as visões de campo e de objetos
- Ser de fácil visualização e compreensão
- Utilizar o conceito de níveis de informação, possibilitando que uma entidade geográfica seja associada a diversos níveis 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)

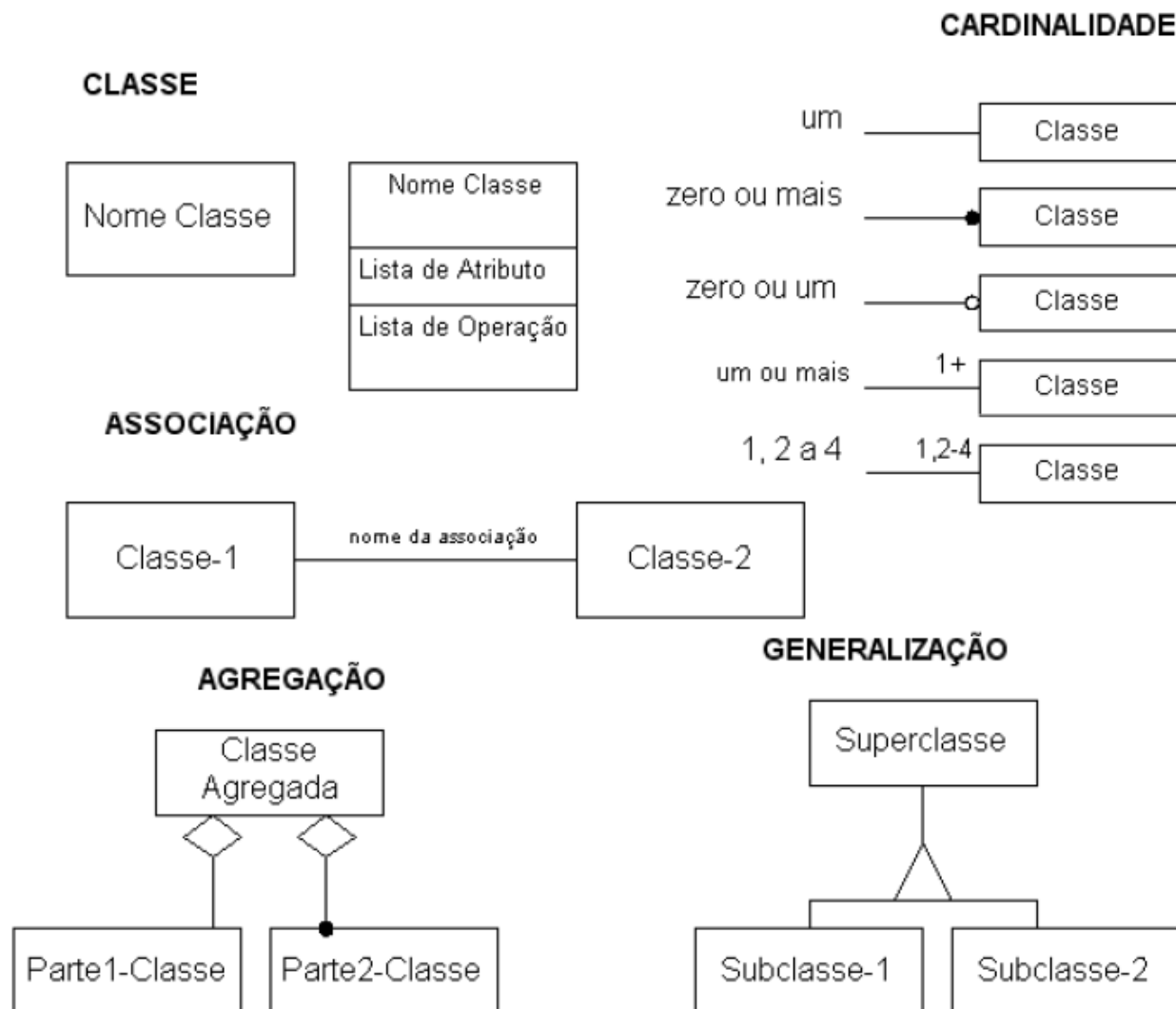


Modelagem de Dados

- Modelo OMT - Object Modeling Technique
 - método de projeto orientado a objetos
 - modelo de objetos captura a estrutura estática do sistema: 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

- Orientado a objeto
 - classe, herança, objeto complexo e método
- Representação simbólica para tipos de dados
- Representação classes convencionais e classes georeferenciadas
- Visão de campos e objetos
- Relacionamentos espaciais e associações simples
- Representa as estruturas topológicas “todo-parte” e de rede
- Formaliza as possíveis relações espaciais, levando em consideração a forma geométrica da classe



Modelo OMT-G

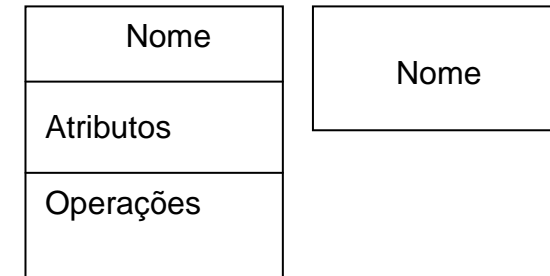
- Traduz as relações topológicas e espaciais em restrições de integridade espaciais
- Representa os diversos fenômenos geográficos, utilizando conceitos natos que o ser humano tem sobre dados espaciais
- Representação de múltiplas visões de uma mesma classe geográfica, tanto baseada em variações de escala, quanto nas várias formas de se perceber o mesmo objeto no mundo real
- Fácil visualização e entendimento -mesmos tipos construtores definidos no modelo OMT
- Não utiliza o conceito de camadas e sim o de níveis de informação (temas), não limitando o aparecimento de uma classe geográfica em apenas um nível de informação
- É independente de implementação



Modelo OMT-G

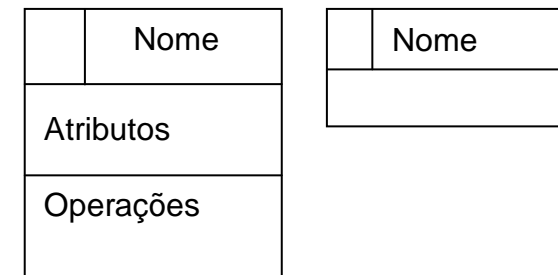
■ Classes **convencionais**

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



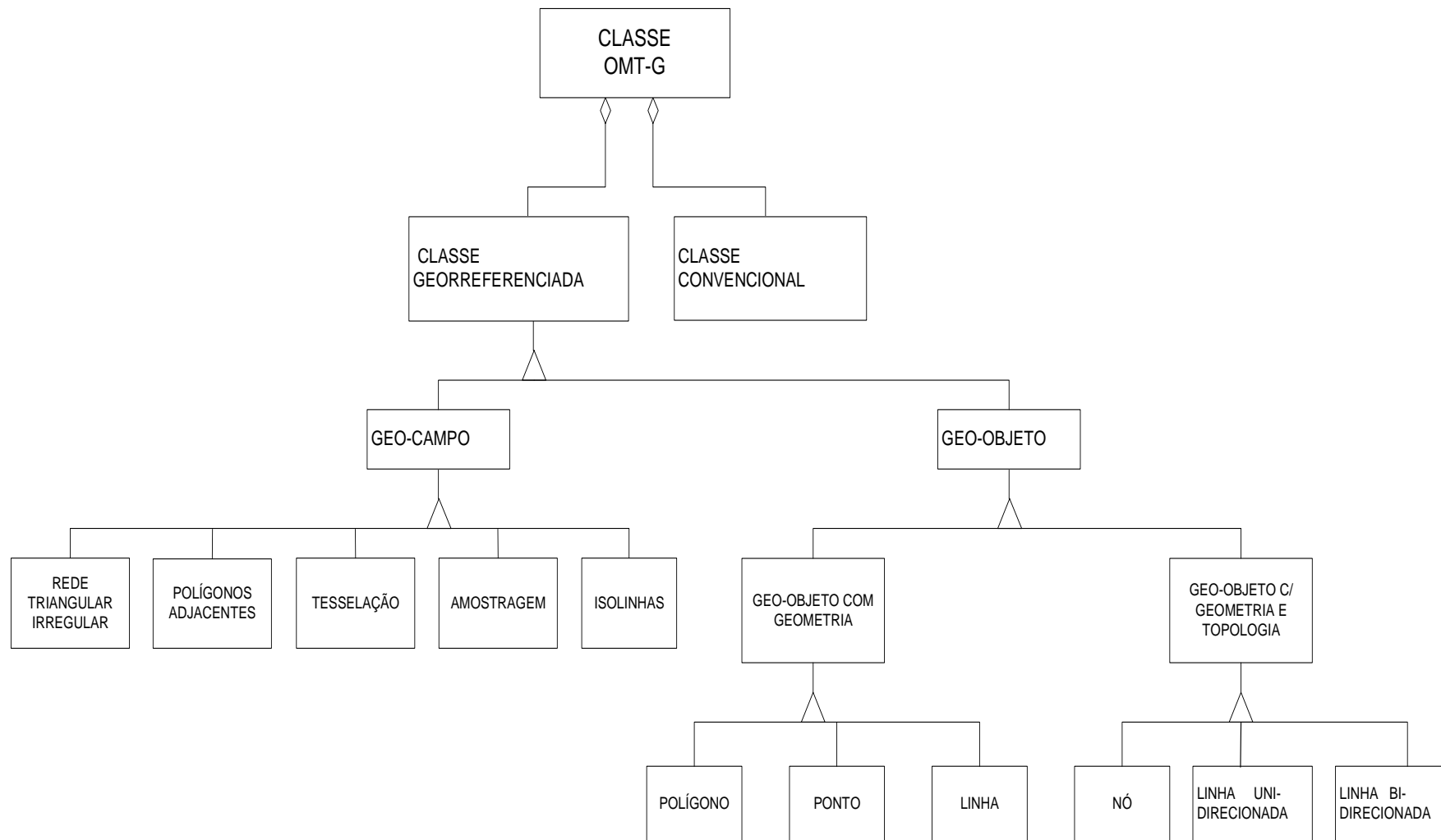
■ Classes **georeferenciadas**

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



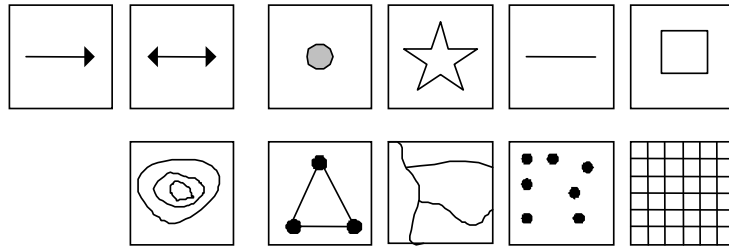


OMT-G

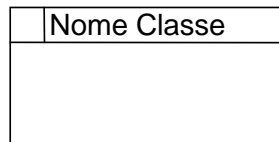




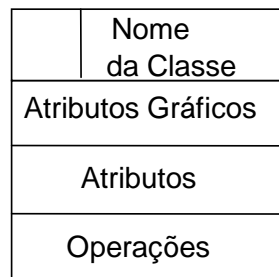
OMT-G



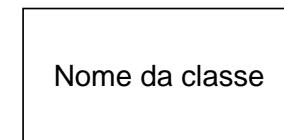
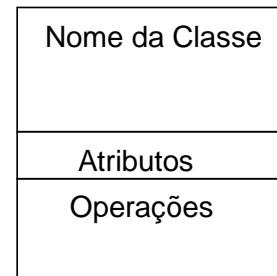
Classe Georreferenciada



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

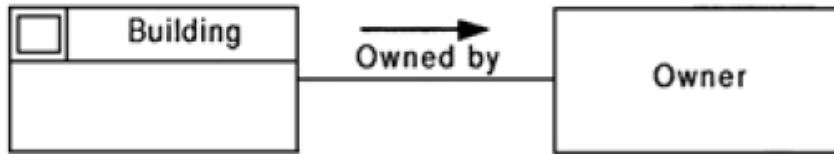


OMT-G – Relacionamentos

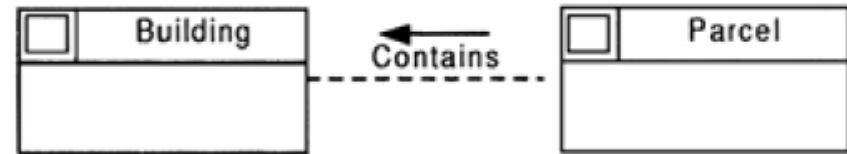
- Associação simples
 - relacionamentos estruturais entre objetos diferentes
- Relações espaciais
 - topológicas, métricas, direcionais
- Hierarquia espacial
 - classe que representa o domínio espacial é conectada às demais subdivisões espaciais
- Relacionamento em rede
 - ligam classes do tipo Nó com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



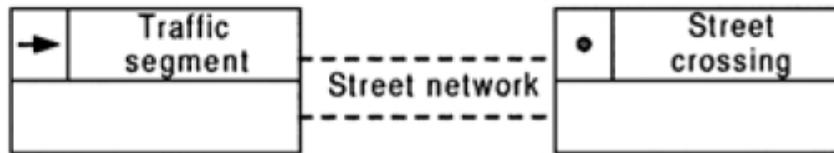
OMT-G – Relacionamentos



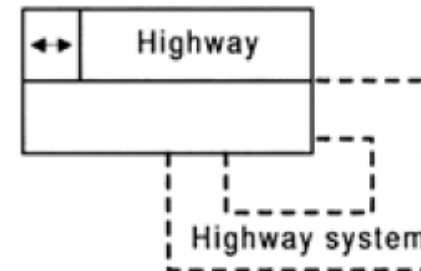
(a) Simple association



(b) Spatial relationship



(c) Arc-node network relationship

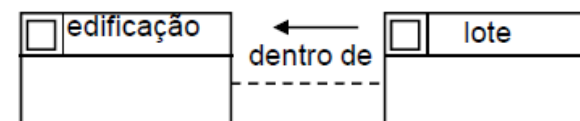
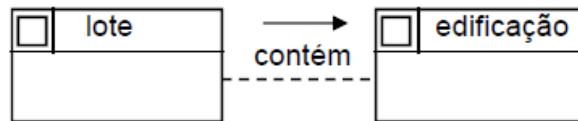
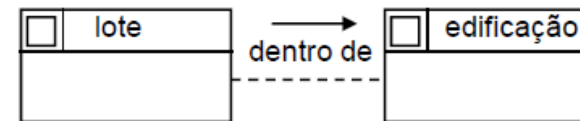
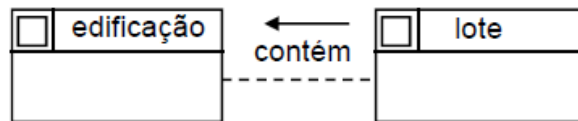
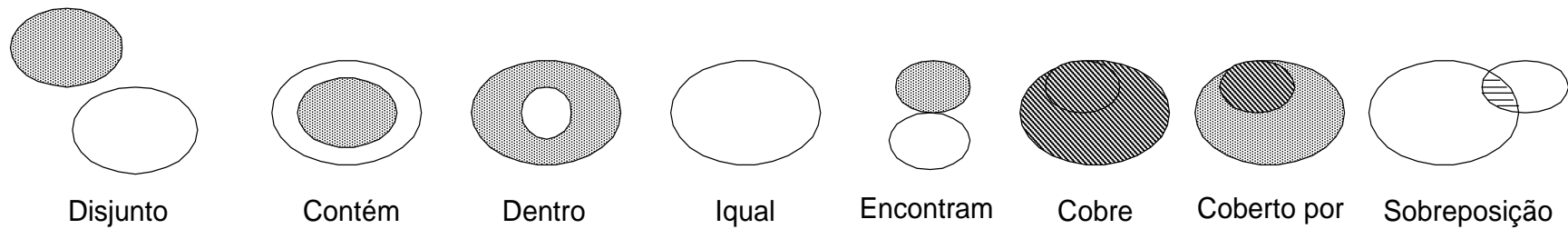


(d) Arc-arc network relationship



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	

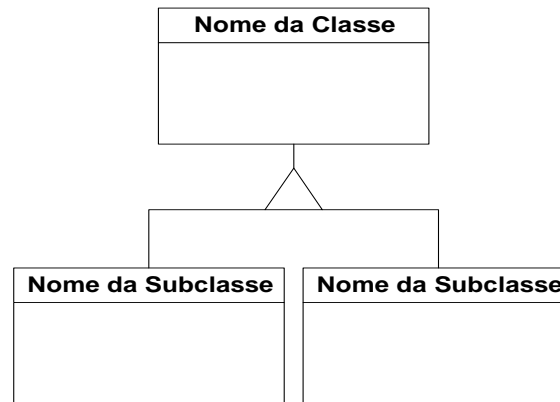
LINHA/PONTO	
Disjunto	
Toca/Adjacente	
Perto de	
Sobre	
Acima/Abaixo	

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

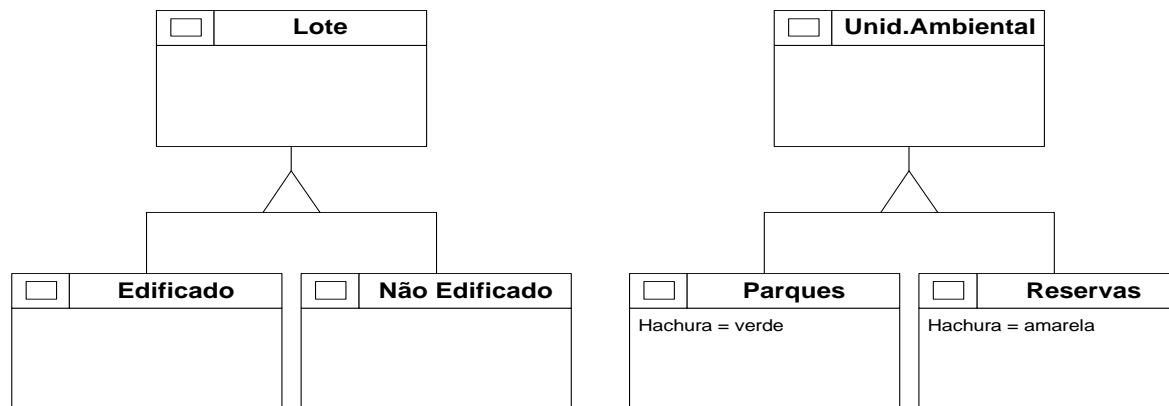
PONTO/PONTO	
Disjunto	
Adjacente/Toca	
Perto de	
Coincidente	
Acima/Abaixo	
Em frente a	



OMT-G – Generalização



Notação p/ Generalização

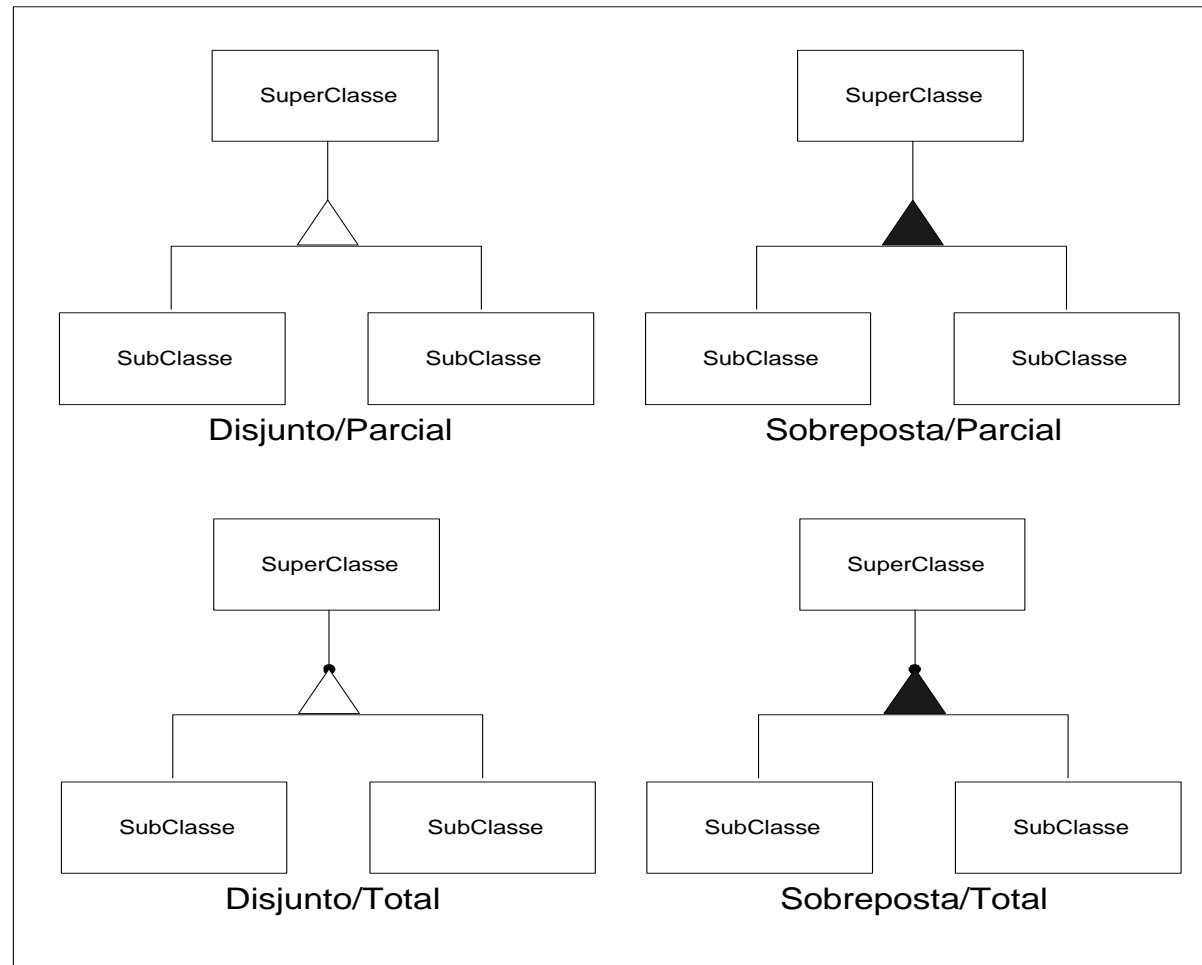


Generalização

Generalização Espacial

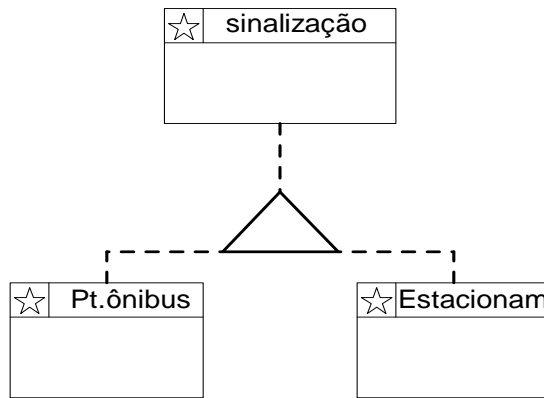


OMT-G – Generalização Espacial

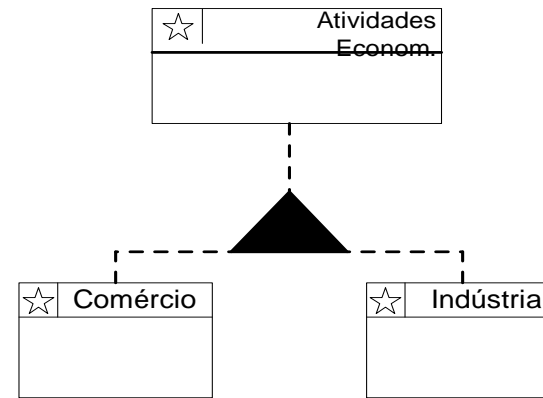




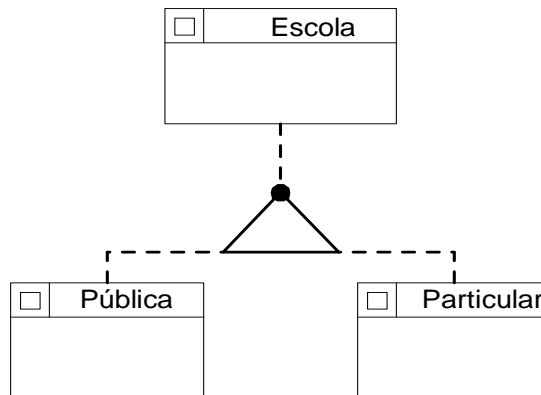
OMT-G – Generalização Espacial



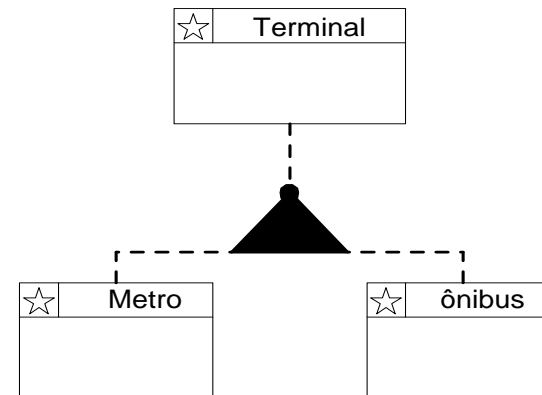
Disjunto/
Parcial



Sobreposto/
Parcial



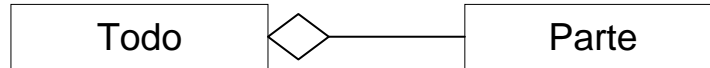
Disjunto/
Total



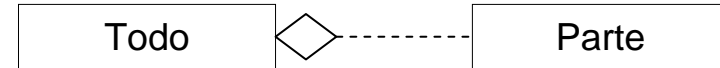
Sobreposto/
Total



OMT-G – Agregação



Agregação



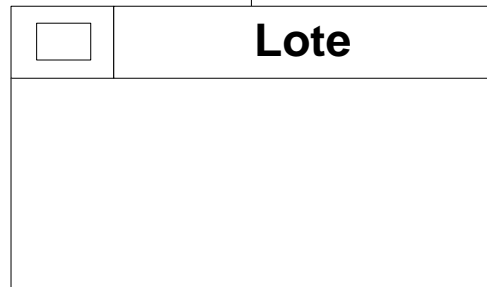
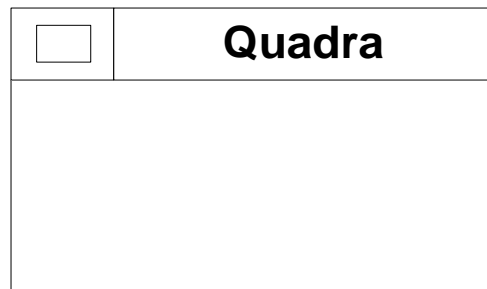
Agregação espacial. Impõe uma série de restrições de integridade:

Geometrias das partes formam a geometria do todo

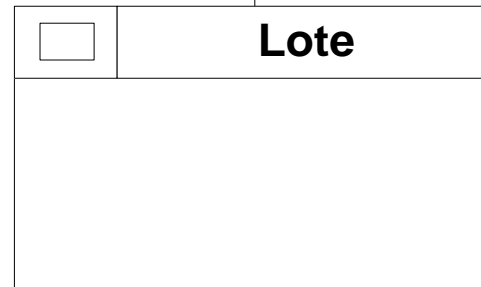
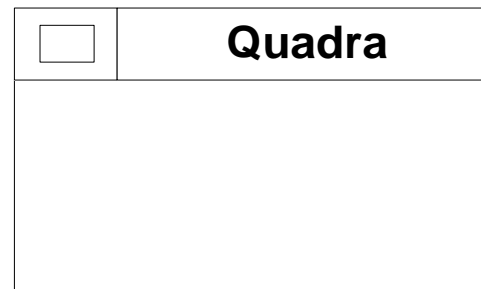
Não há interseção entre as geometrias das partes



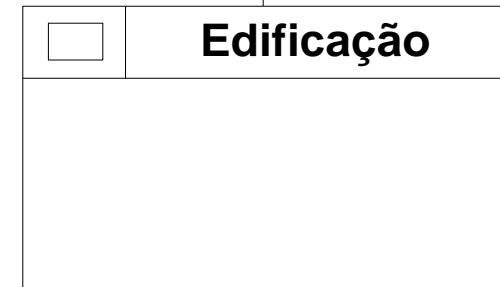
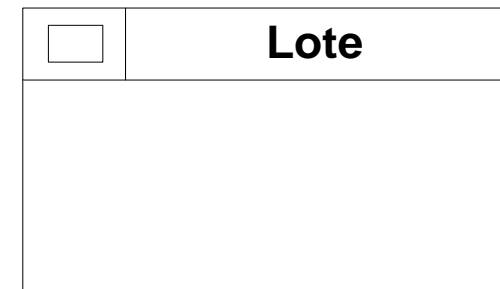
OMT-G – Agregação Espacial



Subdivisão espacial



União espacial

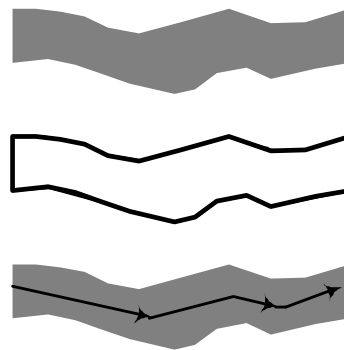


Contém



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



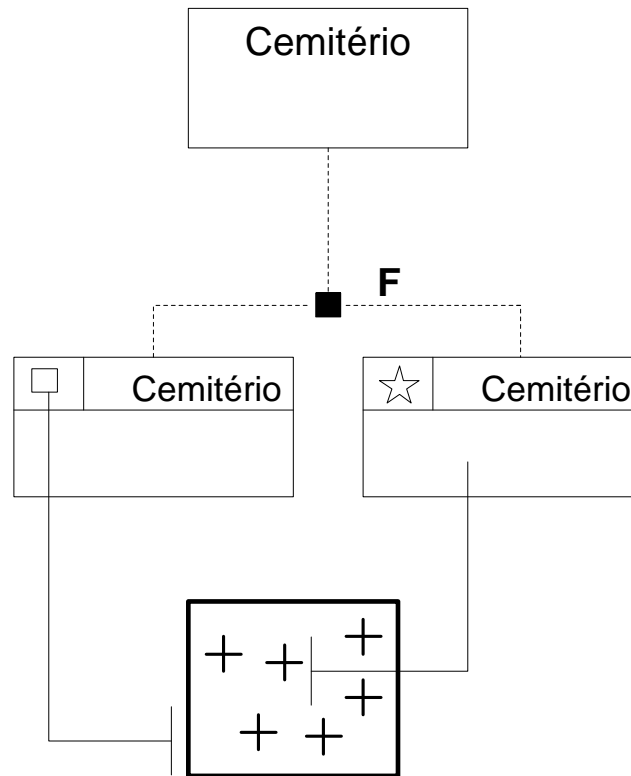
Diferentes Visões de um Rio



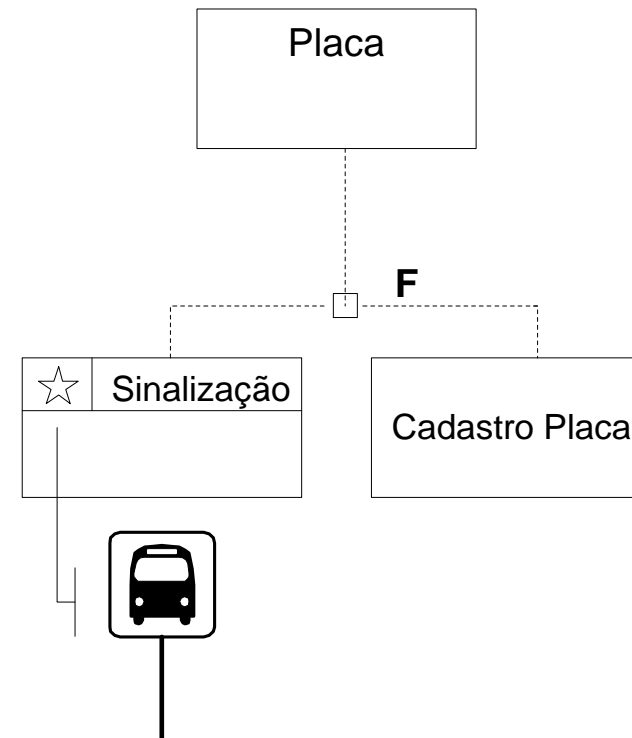
OMT-G – Generalização Cartográfica

- Variação pela Forma

a)



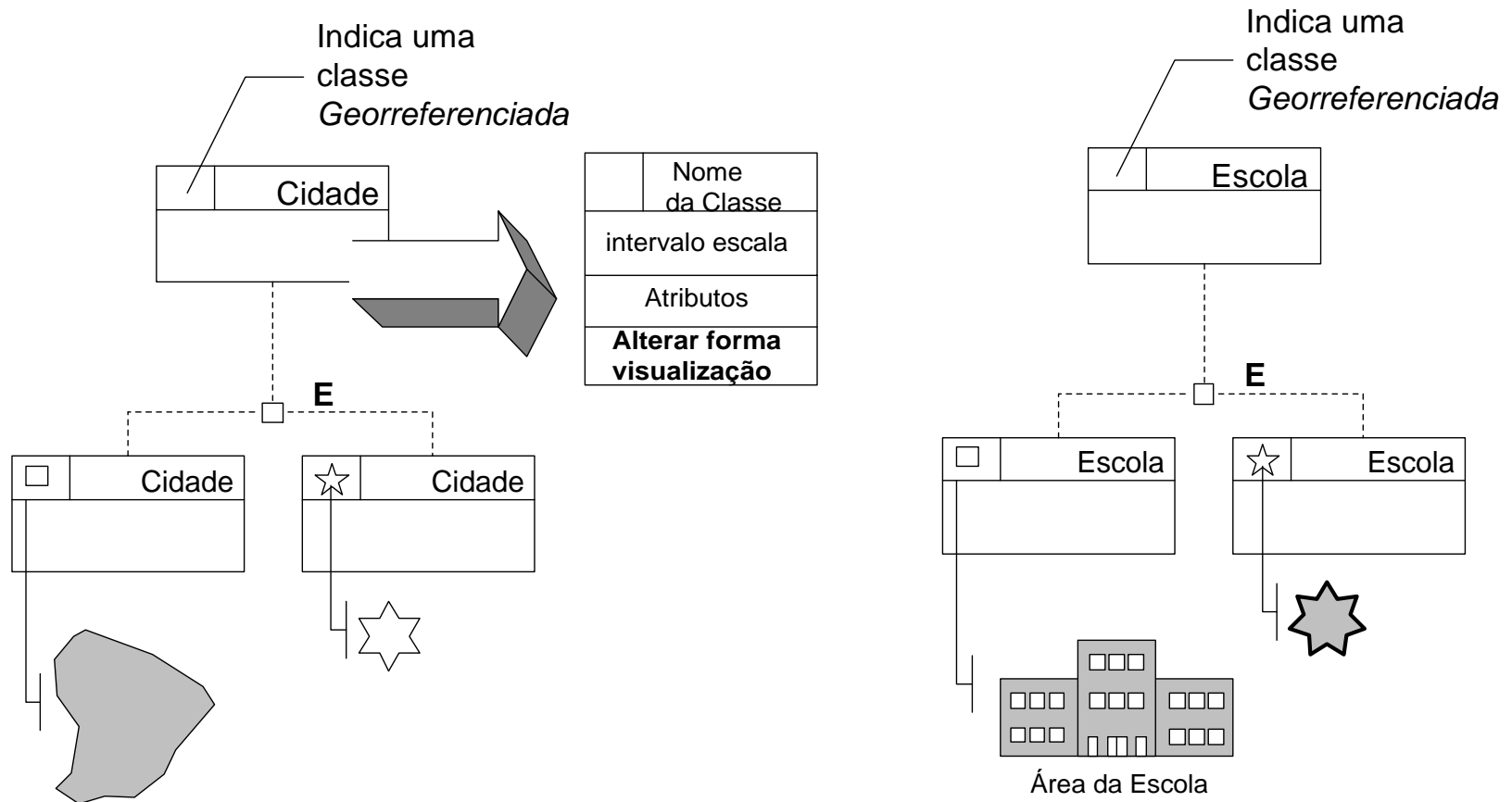
b)





OMT-G – Generalização Cartográfica

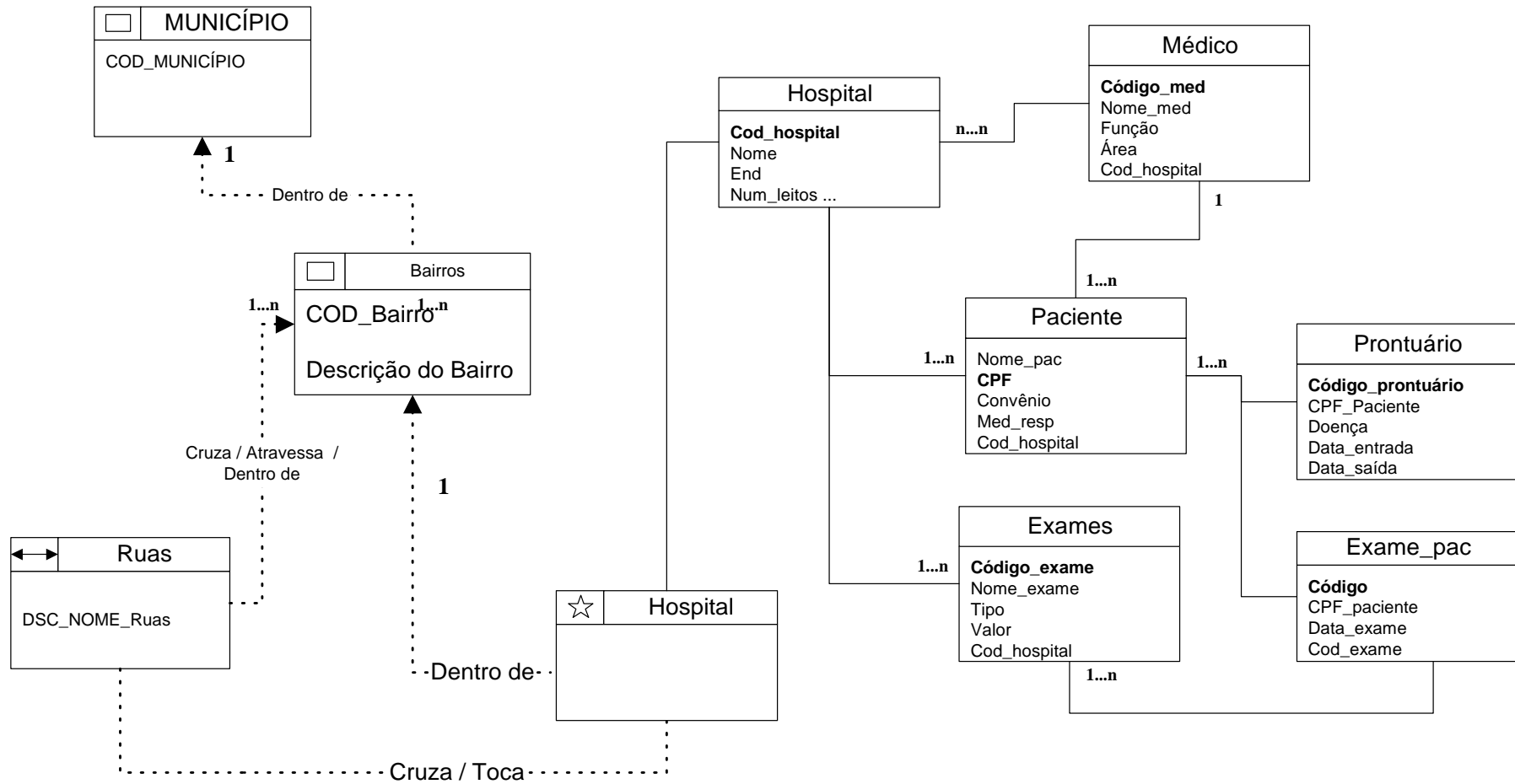
- Variação pela Escala





Exemplo

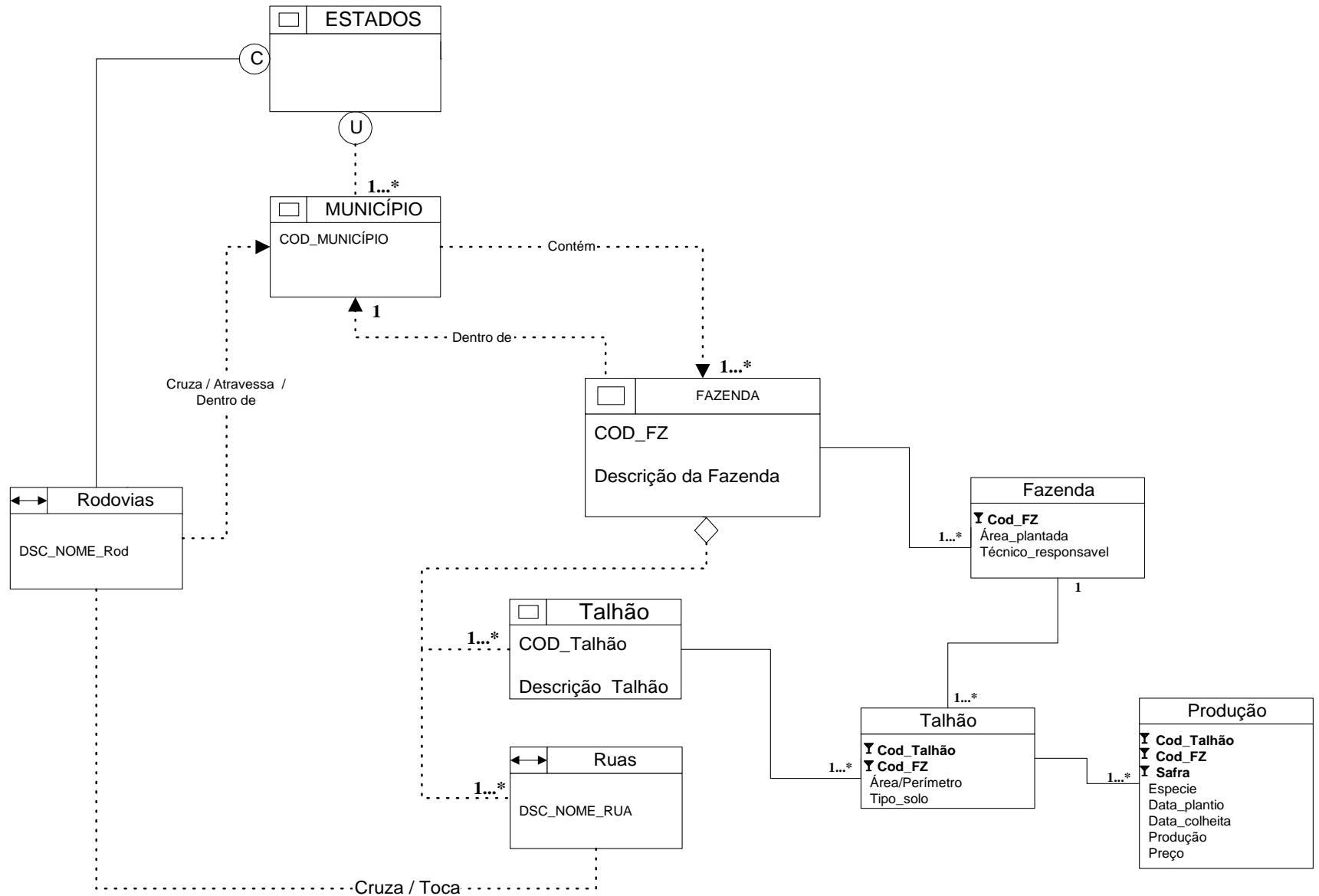
Modelo Geo-OMT - Hospitais





Exemplo

Modelo Geo-OMT - Empresa de Cana de Açúcar



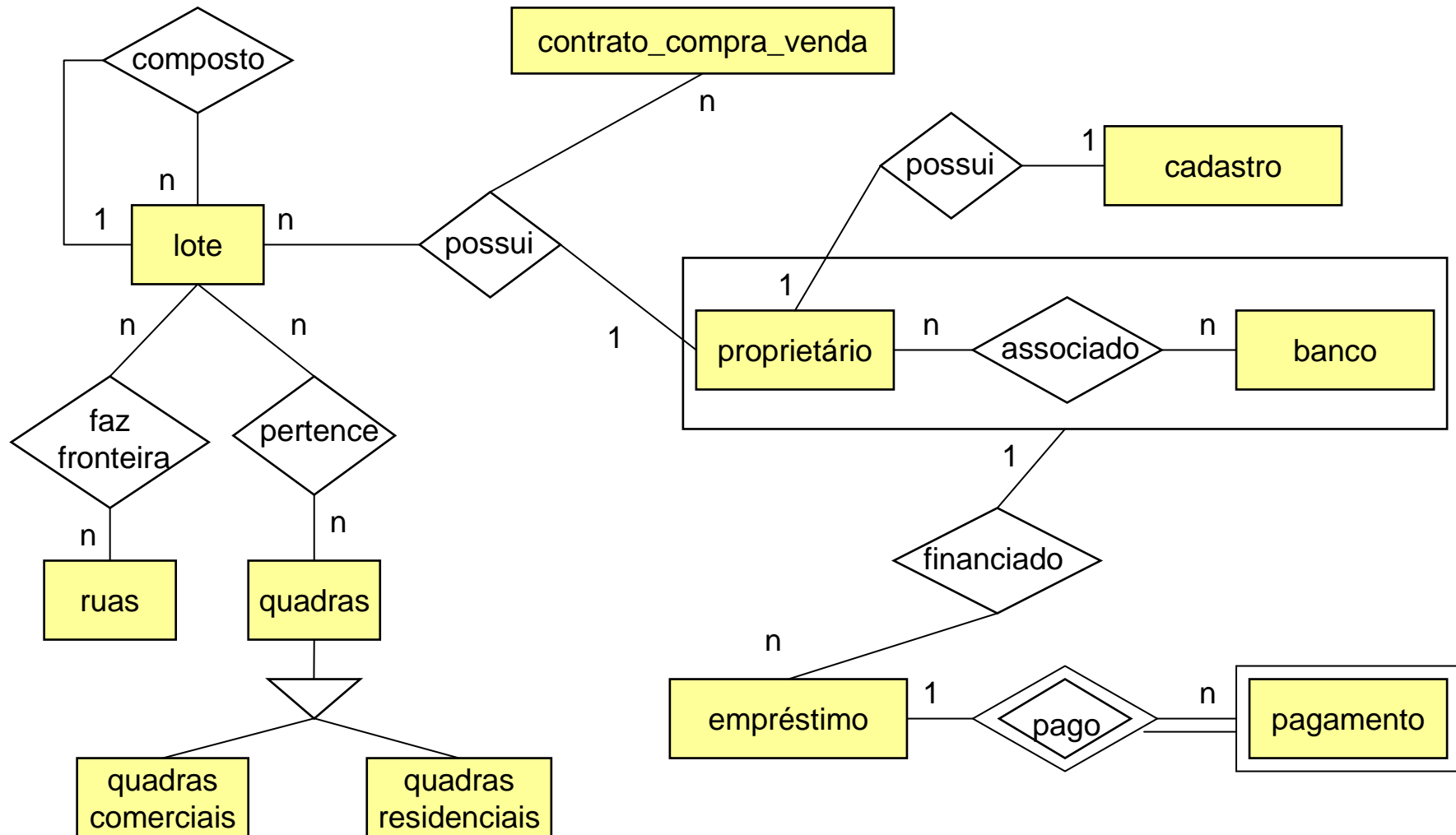


Projeto de Bancos de dados

- Bancos de dados são projetados em 3 fases
 - Tipos de dados conceituais, relacionamentos e restrições (modelo ER)
 - Mapeamento lógico para um modelo relacional e conseqüentemente para a linguagem de consulta associada
 - Estruturas físicas de armazenamento

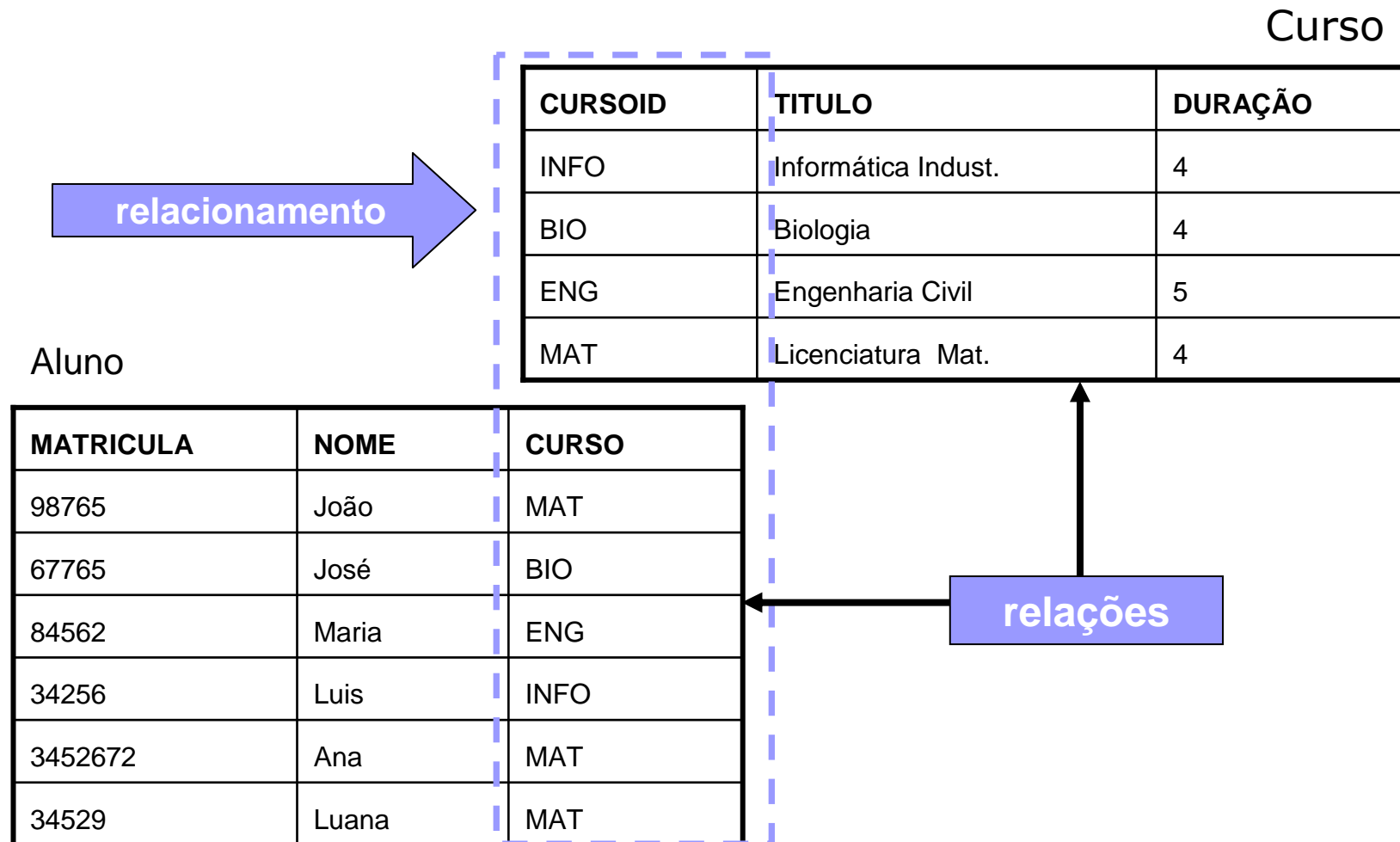


Modelo Entidade-Relacionamento (E-R)





Modelo Relacional



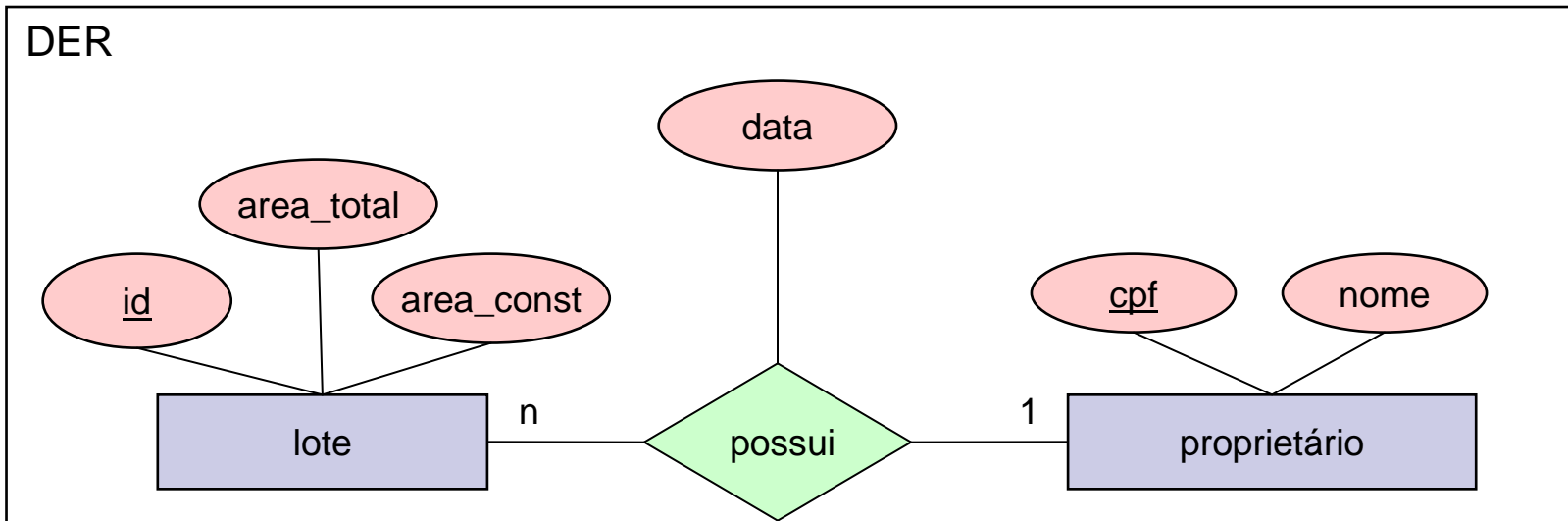


Conversão E-R → Modelo Relacional

- Entidades com atributos chaves bem definidos geram uma relação.
- Relacionamentos podem gerar uma relação adicionando-se os atributos chaves das entidades relacionadas e os atributos do relacionamento.
- Entidades com atributos chaves não bem definidos geram uma relação adicionando-se a chave da relação que dependem.



Conversão E-R → Modelo Relacional - Exemplo



Relações

Lote (id, area_total, area_const)

Lote_proprietario (id_lote, cpf, data)

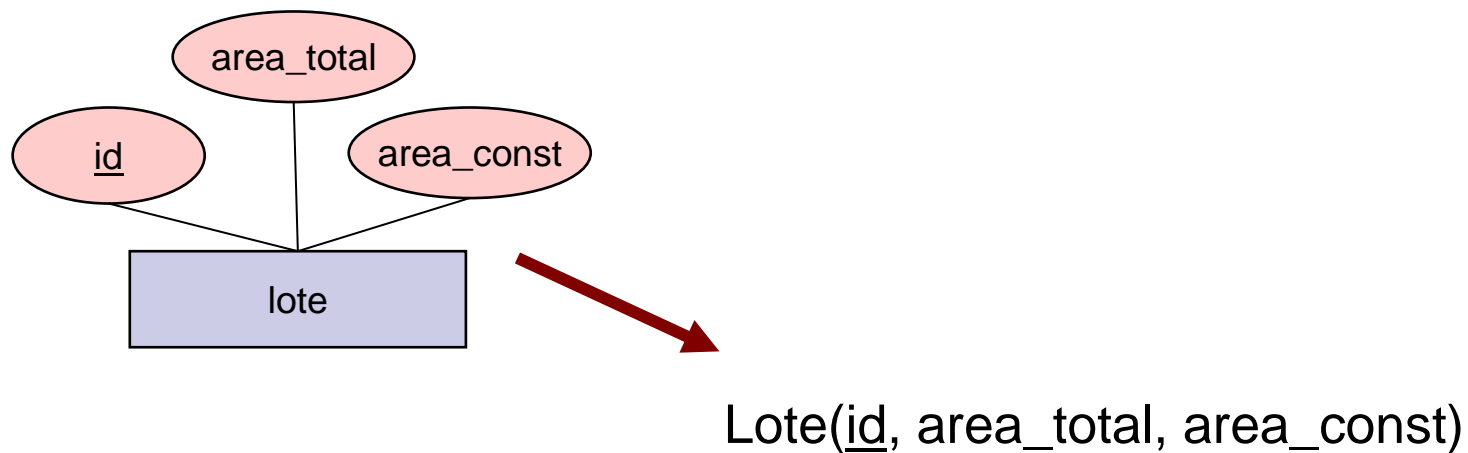
Proprietario (cpf, nome)



Conversão E-R → Modelo Relacional

- Cada entidade é traduzida para uma tabela.
- Cada atributo (simples) da entidade define uma coluna da tabela.
- A coluna correspondente ao atributo identificador é chave primária

Ex:





Conversão E-R → Modelo Relacional

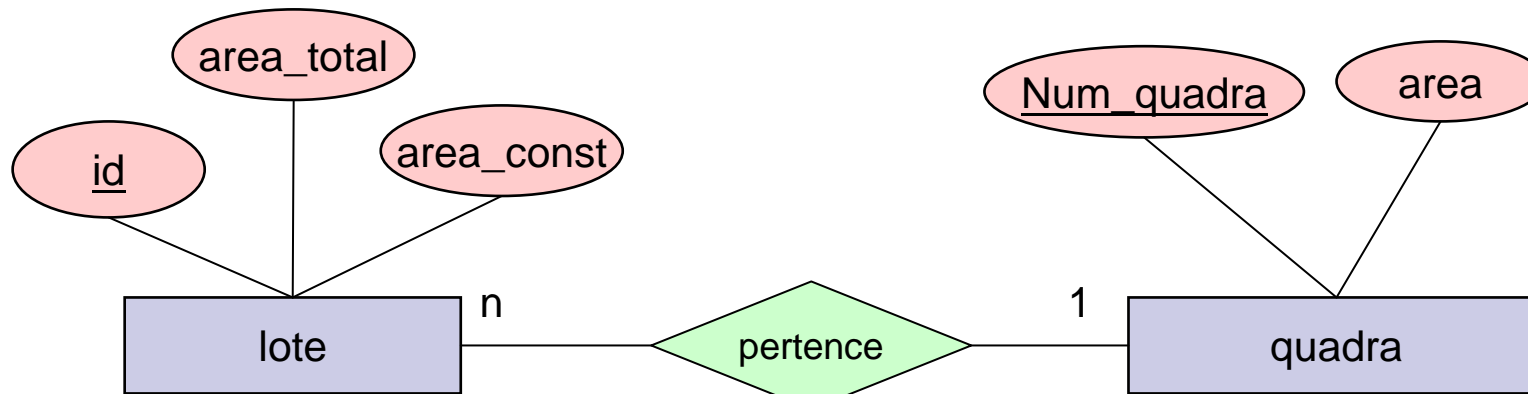
- Relacionamento
 - A tradução do relacionamento depende da cardinalidade das entidades que participam do relacionamento.

 - Formas básicas de tradução:
 - Tabela própria
 - Colunas adicionais dentro da tabela de entidade



Conversão E-R → Modelo Relacional

- Relacionamento 1:N ou N:1



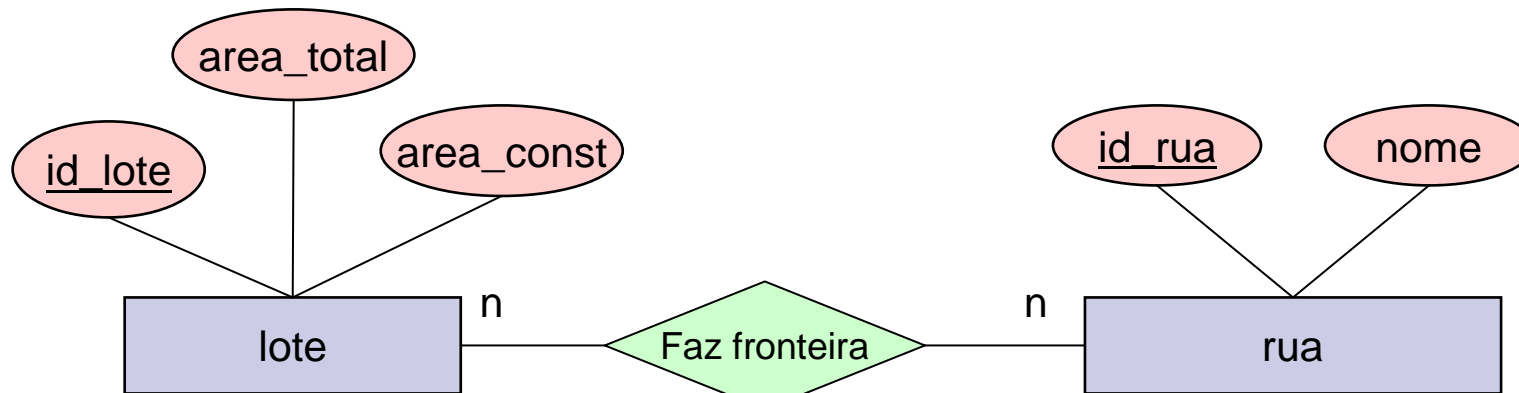
Lote(id, area_total, area_const, num_quadra)

Quadra(num_quasea, area)



Conversão E-R → Modelo Relacional

- Relacionamento N:N



Lote(id_lote, area_total, area_const)

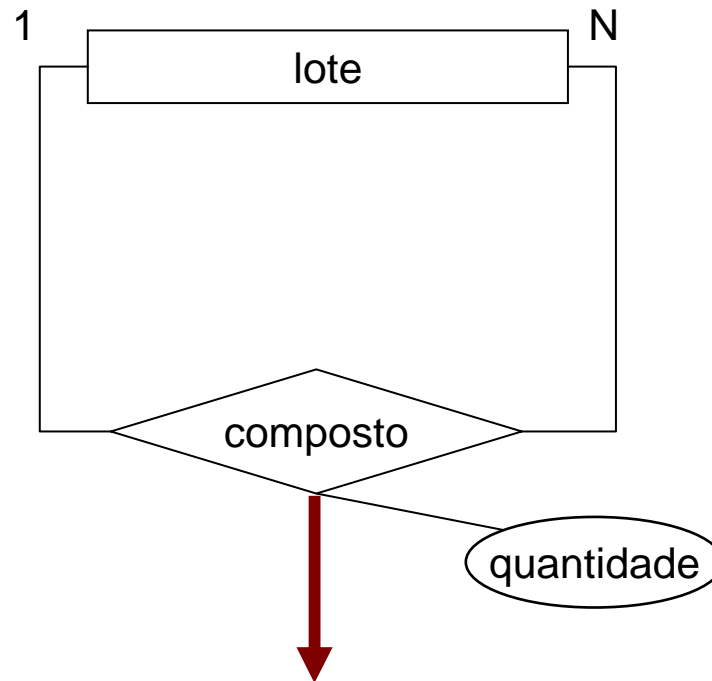
Fronteira(id_lote, id_rua, num_inicial, num_final)

Rua(id_rua, nome)



Conversão E-R → Modelo Relacional

- Auto relacionamento



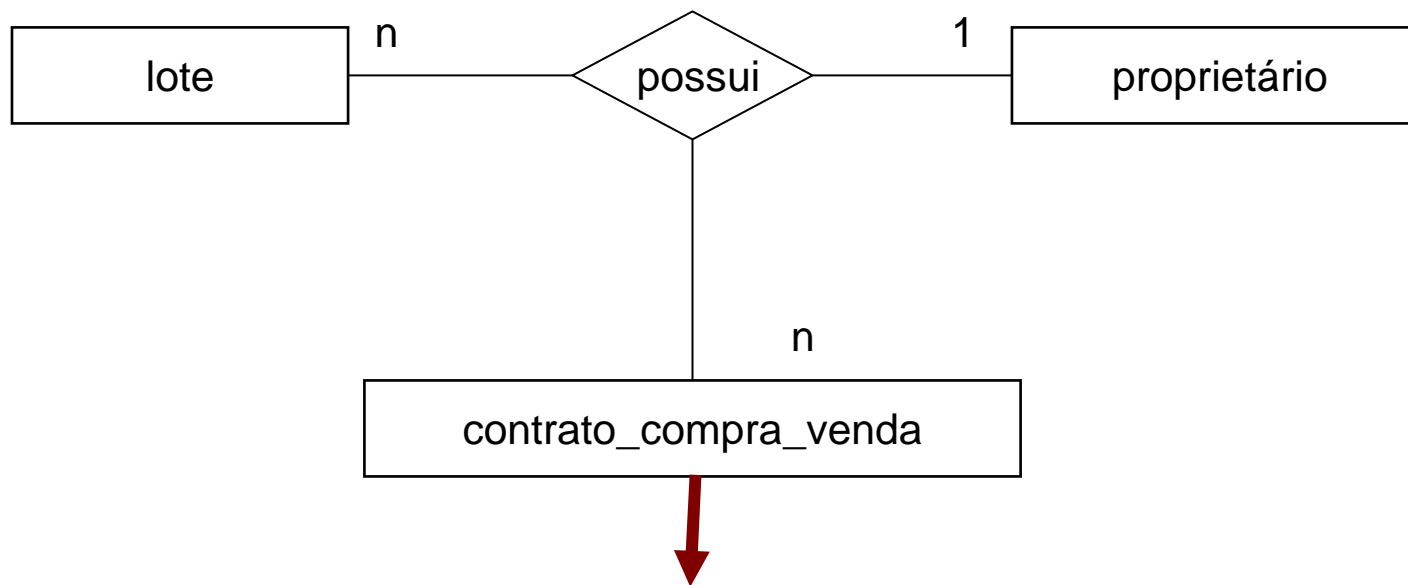
Lote(id_lote, area_total, area_const)

Composição(id_lote, id_lote_comp, quantidade)



Conversão E-R → Modelo Relacional

- Relacionamento múltiplo



Lote(id_lote, area_total, area_const)

Proprietario(cpf, nome)

Contrato(id_contrato, documento)

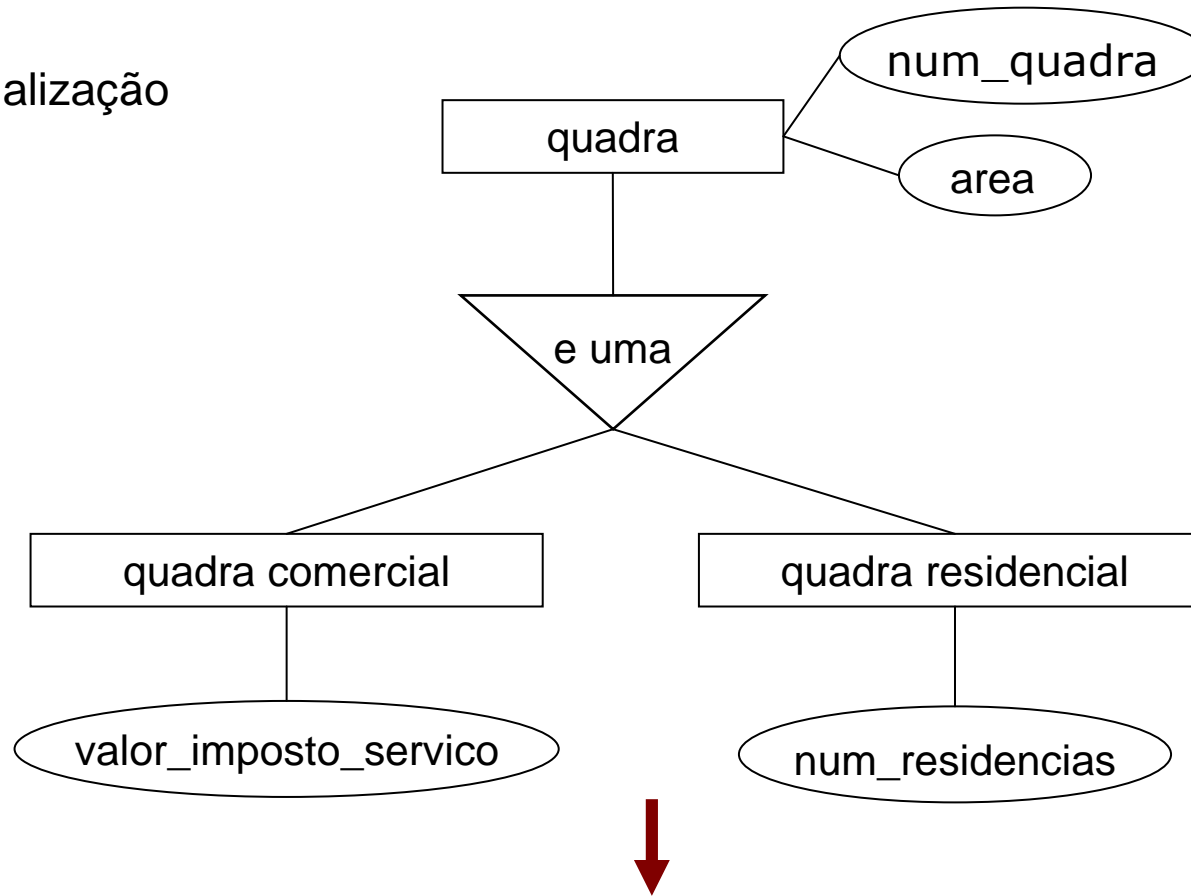
Lote_Prop_Contr(id_lote, cpf, id_contrato, data)



Conversão E-R → Modelo Relacional

- Especialização

Solução 1



Quadra comercial (num_quadra, area, imposto_servico)

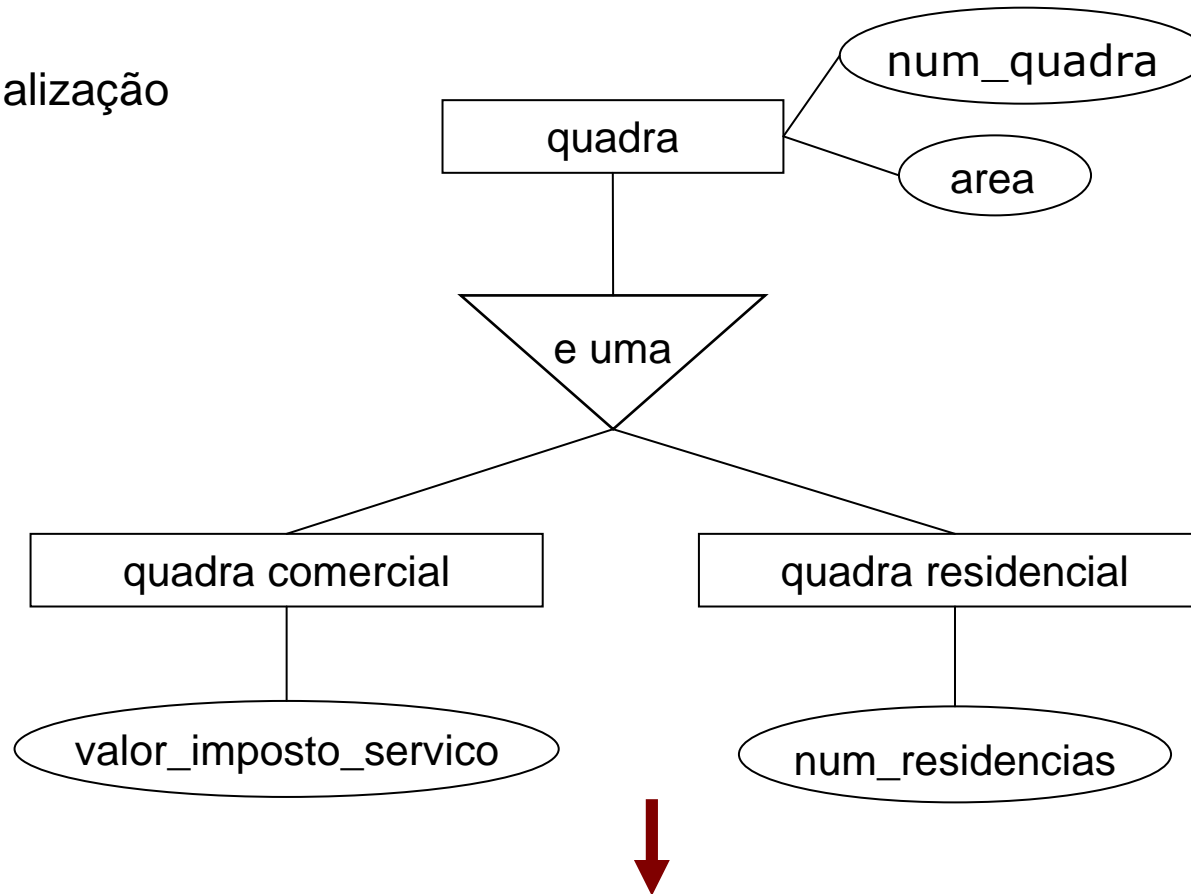
Quadra_residencial (num_quadra, area, num_residencias)



Conversão E-R → Modelo Relacional

- Especialização

Solução 2



Quadra(num_quadra, area)

Quadra comercial (num_quadra, imposto_servico)

Quadra_residencial (num_quadra, num_residencias)



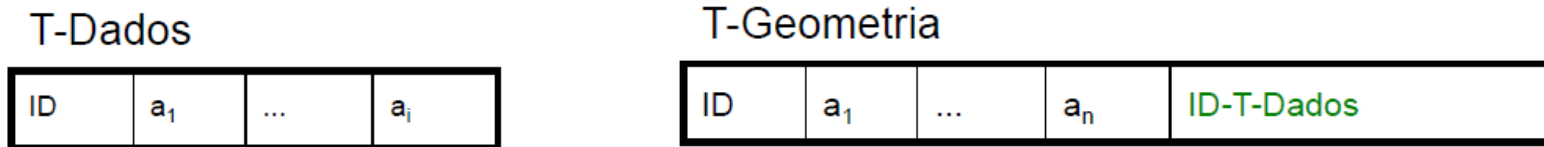
Conversão ER → Modelo Relacional

- Classe convencional → tabela
- Atributos de classes → mapeados pelas regras para projeto lógico de BD
- Classe georeferenciada → tabela + alternativa de armazenamento da geometria + restrições de integridade (triggers, procedimentos, etc) para consistência da geometria de cada tipo de classe espacial
 - polígono de um lote deve ser fechado
 - segmentos de um rio devem ter conectividade



Armazenamento da Geometria

- Alternativa 1: tabela única para geometria + tabelas para dados convencionais



- Vantagens
 - esquema enxuto
 - tabelas de dados com esquema simples
 - adequada a múltiplas representações
- Desvantagens
 - junção para associar dado e representação
 - tabela de geometria com alto número de acessos
 - esquema da tabela de geometria deve suportar todos os tipos de geometria



Armazenamento da Geometria

- Alternativa 2: uma ou mais tabelas de geometria para cada tabela de dados convencionais

T1-Dados

ID	a ₁	...	a _i
----	----------------	-----	----------------

T1-Geometria

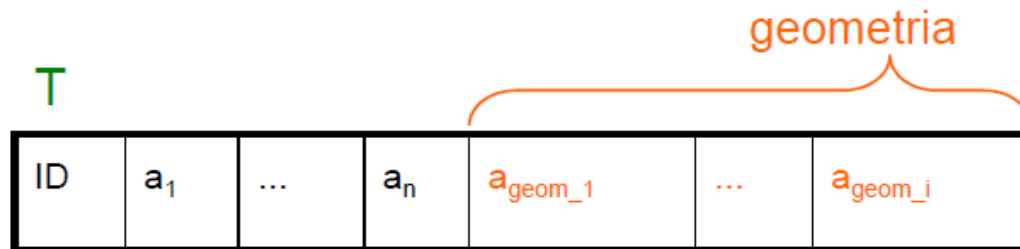
ID	a ₁	...	a _n	ID-T1-Dados
----	----------------	-----	----------------	-------------

- Vantagens
 - tabelas de dados com esquema simples
 - tabelas de geometria com menor número de acessos e com esquemas particulares (menos complexas)
 - adequada a múltiplas representações
- Desvantagens
 - esquema mais extenso
 - junção para associar dado e representação



Armazenamento da Geometria

- Alternativa 3: tabela única para geometria e dados convencionais



- Vantagens
 - esquema enxuto
 - evita junção para associar dado e representação
- Desvantagens
 - esquema das tabelas mais complexo
 - inadequada a múltiplas representações



Outros mapeamentos

- Relacionamentos de associação
 - considera-se as regras de mapeamento de relacionamentos em BDORs
 - prever RIs para garantir consistência de agregações
- Especializações duas alternativas geralmente consideradas
 - Tabela para superclasse e tabelas para subclasses
 - forma mais natural de mapeamento para BDOR
 - adequada a especializações parciais e não-disjuntas
 - adequada a dados com visualizações e transformações genéricas
 - Tabelas apenas para subclasses
 - adequada a especializações totais e disjuntas
 - adequada a dados com visualizações e transformações distintas



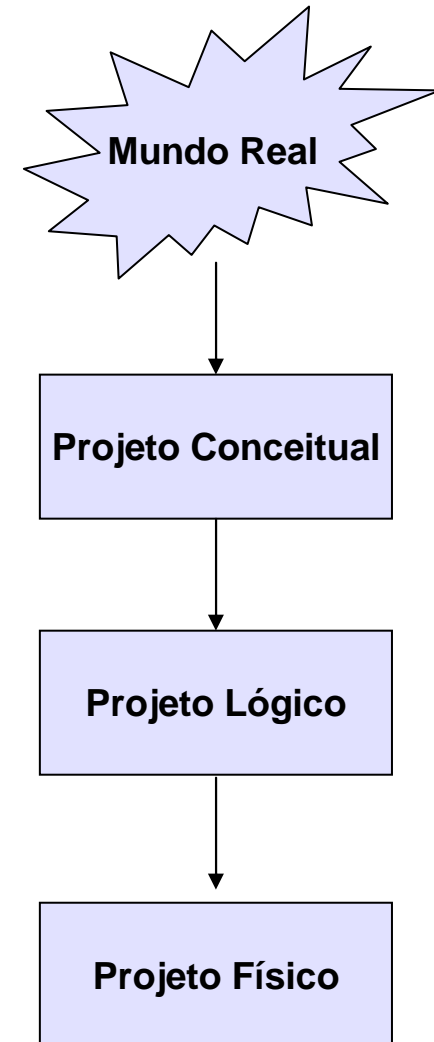
Outros mapeamentos

- Relacionamentos espaciais
 - em geral não são explicitamente armazenados no BDG
 - aumenta significativamente o volume de dados!
 - são mantidos na forma de métodos ou procedimentos e determinados através de invocação por operações DML
 - idealmente, um BDG deve possuir uma biblioteca de funções analíticas que implementam estes relacionamentos



Fases de projeto de um Banco de Dados

- 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, métodos de acesso e segurança





Projeto Lógico de BD

- Normalização
 - Processo pelo qual um esquema de tabelas (relações) insatisfatório é quebrado de forma que seus atributos formem relações menores que sejam mais adequadas:
 - Sem redundância de informações
 - Maior facilidade de manutenção
 - Baseado em varias regras de normalização:
 - 1ª forma normal
 - 2ª forma normal
 - 3ª forma normal



Normalização

- Exemplo:

solicitacao_compra

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func	contato	cod_prod	desc_prod	quant_prod
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2345	papel	3
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2398	tinta	2
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	4300	impressora	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	2345	papel	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	1200	CD	1



Problemas da Tabela Não-Normalizada

- Redundância dos dados
 - Possui vários grupos repetidos
- Anomalias de inserção
 - Inserir um novo funcionário
 - Inserir um novo produto
- Anomalias de atualização
 - Alterar o nome de um funcionário
- Anomalias de remoção
 - Remover um produto

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func	contato	cod_prod	desc_prod	quant_prod
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2345	papel	3
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2398	tinta	2
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	4300	impressora	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	2345	papel	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	1200	CD	1



Problemas da Tabela Não-Normalizada

- Redundância dos dados
 - Possui vários grupos repetidos
- Anomalias de inserção
 - Inserir um novo funcionário
 - Inserir um novo produto
- Anomalias de atualização
 - Alterar o nome de um funcionário
- Anomalias de remoção
 - Remover um produto

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func	contato	cod_prod	desc_prod	quant_prod
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2345	papel	3
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2398	tinta	2
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	4300	impressora	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	2345	papel	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	1200	CD	1



Problemas da Tabela Não-Normalizada

- Redundância dos dados
 - Possui vários grupos repetidos
- Anomalias de inserção
 - Inserir um novo funcionário
 - Inserir um novo produto
- Anomalias de atualização
 - Alterar o nome de um funcionário
- Anomalias de remoção
 - Remover um produto

↳ Gera linhas incompletas!

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func	contato	cod_prod	desc_prod	quant_prod
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2345	papel	3
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2398	tinta	2
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	4300	impressora	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	2345	papel	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	1200	CD	1



Problemas da Tabela Não-Normalizada

- Redundância dos dados
 - Possui vários grupos repetidos
- Anomalias de inserção
 - Inserir um novo funcionário
 - Inserir um novo produto
- Anomalias de atualização
 - Alterar o nome de um funcionário
- Anomalias de remoção
 - Remover um produto

Tem que alterar várias linhas!

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func	contato	cod_prod	desc_prod	quant_prod
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2345	papel	3
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2398	tinta	2
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	4300	impressora	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	2345	papel	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	1200	CD	1



Problemas da Tabela Não-Normalizada

- Redundância dos dados
 - Possui vários grupos repetidos
- Anomalias de inserção
 - Inserir um novo funcionário
 - Inserir um novo produto
- Anomalias de atualização
 - Alterar o nome de um funcionário
- Anomalias de remoção
 - Remover um produto

Remove informação sobre os funcionários

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func	contato	cod_prod	desc_prod	quant_prod
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2345	papel	3
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	2398	tinta	2
001	12/06/09	func01	Joao Americo	39436523 39456444	4300	impressora	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	2345	papel	1
002	6/04/03	func02	Luis Souza	39436518	1200	CD	1



Normalização

- 1ª Forma normal:
 - Uma relação esta na 1FN se, e somente se, todos os domínios contiverem apenas valores atômicos.
 - Uma relação está na 1FN quando seus atributos não contém grupos de repetição
 - Uma maneira de trazer uma tabela para a 1FN é separar as entidades claramente identificadas em tabelas separadas



Normalização

■ 1ª Forma normal:

solicitacao_compra

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func	cod_prod	desc_prod	quant_prod
001	12/06/03	func01	Joao Silva	2345	papel	3
001	12/06/03	func01	Joao Silva	2398	tinta	2
001	12/06/03	func01	Joao Silva	4300	impressora	1

↓ 1FN

solicitacao_compra

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func
001	12/06/03	func01	Joao Silva

solicitacao_produtos

num_solic	cod_prod	desc_prod	quant_prod
001	2345	papel	3
001	2398	tinta	2
001	4300	impressora	1



Normalização

- Dependência funcional

- Dada uma relação R, o atributo Y de R é funcionalmente dependente do atributo X de R

$$(R.X \rightarrow R.Y)$$

se, e somente se, sempre que duas tuplas de R têm o mesmo valor para X elas tem também o mesmo valor para Y.

- Ex.:
 - cod_func → nome_func
 - cod_prod → desc_prod
 - num_solic, cod_prod → quant_prod



Normalização

- 2ª Forma normal:
 - Uma relação está na segunda forma normal se, e apenas se, estiver na 1FN, e cada atributo não-chave for totalmente dependente funcional da chave primária.
 - Ocorre quando a chave primária é composta por mais de um campo.
 - verificar se todos os campos que não fazem parte da chave dependem de todos os campos que compõem a chave. Se algum campo depender somente de parte da chave composta, então este campo deve pertencer a outra tabela.



Normalização

- 2ª Forma normal:

solicitacao_produtos

num_solic	cod_prod	desc_prod	quant_prod
001	2345	papel	3
001	2398	tinta	2
001	4300	impressora	1

↓ 2FN

produtos

cod_prod	desc_prod
2345	papel
2398	tinta
4300	impressora

solicitacao_produtos

num_solic	cod_prod	quant_prod
001	2345	3
001	2398	2
001	4300	1



Normalização

- 2ª Forma normal - resultado:

solicitacao_compra

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func
001	12/06/03	func01	Joao Silva

produtos

cod_prod	desc_prod
2345	papel
2398	tinta
4300	impressora

solicitacao_produtos

num_solic	cod_prod	quant_prod
001	2345	3
001	2398	2
001	4300	1



Normalização

- 3ª Forma normal:
 - Um relação está na terceira forma normal se e apenas se, estiver na 2FN, e não tiver dependências transitivas
 - *Dependência transitiva*: ocorre quando um atributo não-chave, além de depender da chave primária da tabela, depende funcionalmente de outro atributo ou combinação de atributos não-chave.
 - Em uma tabela na 3FN não existem atributos não-chave que tenham dependência de outros atributos não chave.



Normalização

- 3ª Forma normal:

solicitacao_compra

num_solic	data_solic	cod_func	nome_func
001	12/06/03	func01	Joao Silva

↓ 3FN

funcionarios

cod_func	nome_func
func01	Joao Silva

solicitacao_compra

num_solic	data_solic	cod_func
001	12/06/03	func01



Normalização

- 3ª Forma normal - resultado:

funcionarios

cod_func	nome_func
func01	Joao Silva

solicitacao_compra

num_solic	data_solic	cod_func
001	12/06/03	func01

produtos

cod_prod	desc_prod
2345	papel
2398	tinta
4300	impressora

solicitacao_produtos

num_solic	cod_prod	quant_prod
001	2345	3
001	2398	2
001	4300	1



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

SQL



SQL

- O que é a SQL?
 - *Structured Query Language*
 - Permite o acesso e a manipulação de uma base de dados relacional
 - 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 e SGBD-OR
- Baseada na álgebra e 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

- Alguns comandos em SQL

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

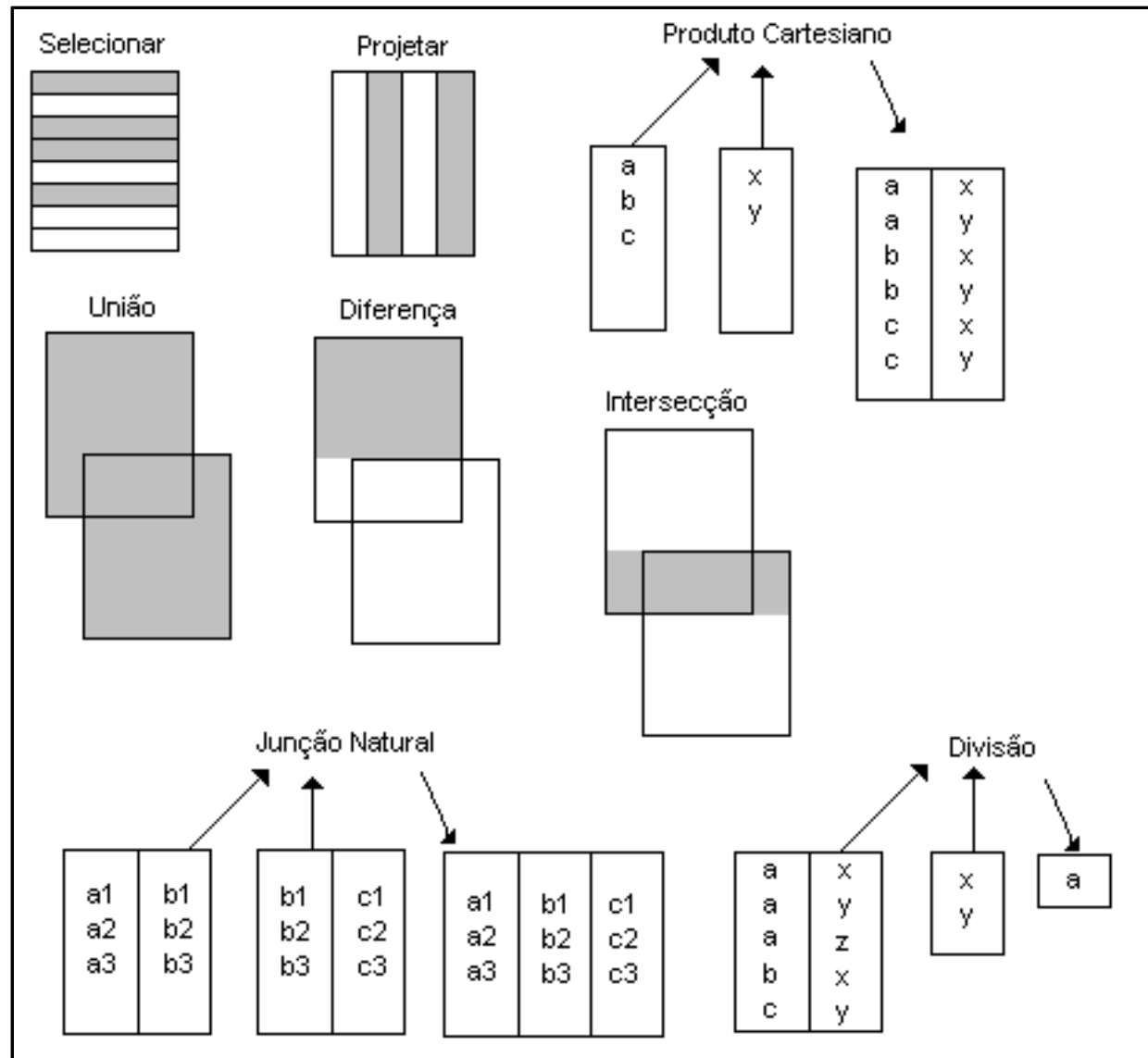
```
CREATE TABLE cliente
(nome                CHAR(20) NOT NULL,
endereço            CHAR(30),
cidade              CHAR(30),
PRIMARY KEY         (nome))
```

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

```
SELECT nome, endereço
FROM cliente
WHERE cidade = 'São José dos Campos'
```



Álgebra Relacional - Resumo





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
```