

Construção de um sistema de indicadores de desenvolvimento urbano e solução de geoprocessamento para a Prefeitura de Porto Alegre

Treinamento em Banco de Dados Geográficos e Modelagem de Banco de Dados Geográficos

CONSÓRCIO LOGIT MERCOSUL - PROFILL

Luciana Vargas da Rocha

Outubro de 2004.



Sumário

- Dados Georeferenciados
 - Conceito
 - Outros Conceitos Relacionados
 - Natureza do Dado Geográfico
- Conceitos Básicos de Banco de Dados Geográficos
 - Visões do dados : Campo e Objeto
 - Armazenamento dos Dados: Raster (Matricial) ou Vetorial
 - Comparação entre os Modelos Raster e Vetorial
- Modelagem Conceitual de Dados
 - Requisitos da Modelagem Conceitual de Dados para SIG
 - Notação Gráfica da UML
 - Framework Conceitual GeoFrame
- Modelo Conceitual de Dados para Construção dos Indicadores Urbanos

Dados Georreferenciados

- é toda informação que possui referência sobre sua localização em relação à superfície da terra.

Natureza dos Dados Geográficos

Possuem 4 componentes principais [ARO89]:

- **Atributos Descritivos (qualitativos e quantitativos):** (*o que é*) armazenam as características das entidades mapeadas. Estes atributos possuem aspectos não-gráficos e podem ser tratados pelos SGBDs convencionais.
- **Atributos Espaciais (de localização geográfica):** (*onde fica*) dizem respeito geometria e georreferência dos objetos, e envolve conceitos de métrica, sistemas de coordenadas, distância entre pontos, posicionamento geodésico, etc.
- **Relacionamentos topológicos:** (*como se posiciona*) representam as relações de vizinhança espacial interna e externa dos objetos. Este aspecto requer a existência de modelos e métodos de acesso não-convencionais para sua representação nos SGBDs;
- **Componente temporal:** (*quando existiu*) diz respeito à características temporais, sazonais ou periódicas dos objetos;

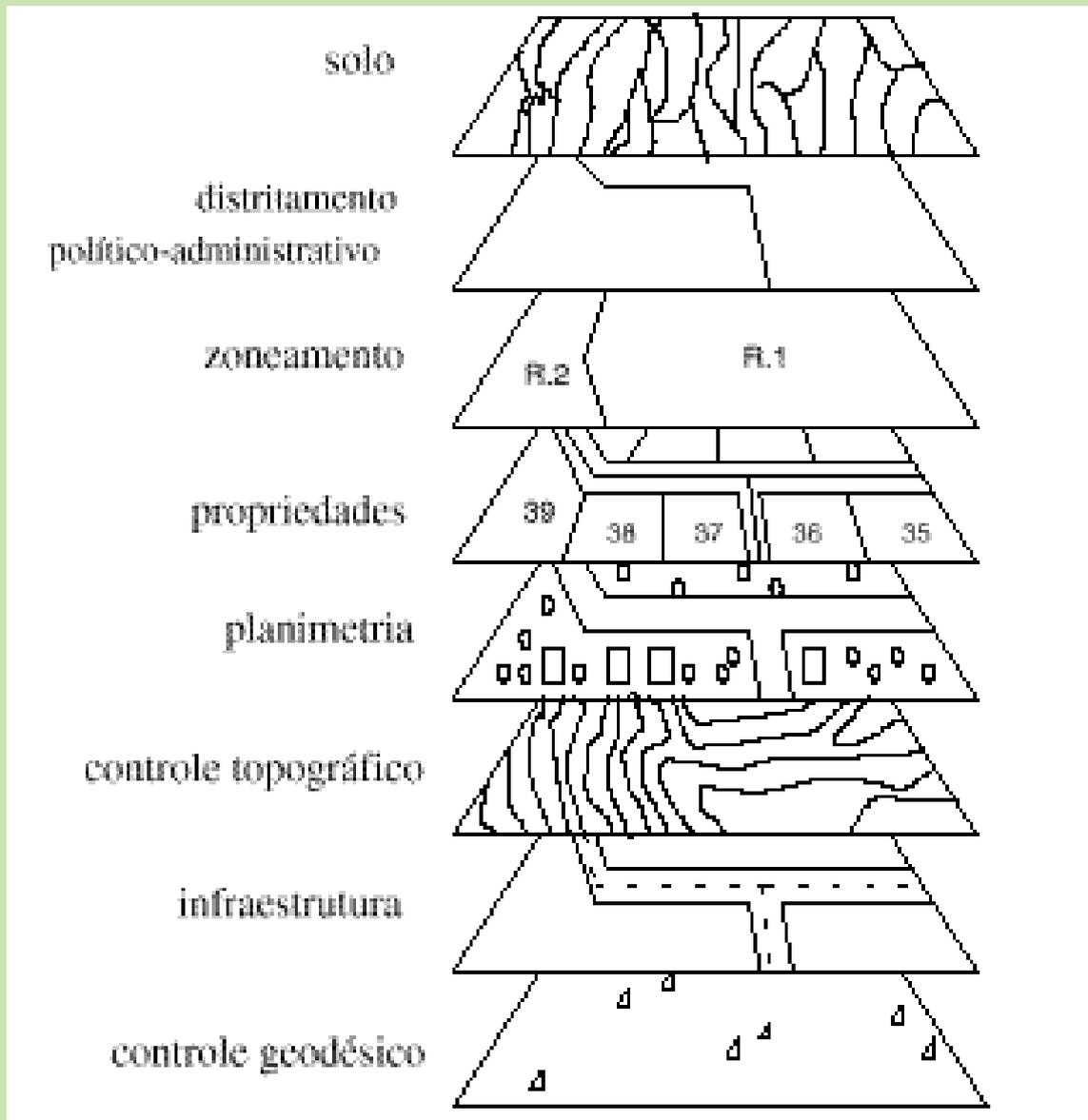
Mapa

- Um mapa é uma representação, em escala e sobre uma superfície plana, de uma seleção de características abstratas sobre ou em relação à superfície da terra [NCG 90].
- É a principal fonte de dados para os SIG.

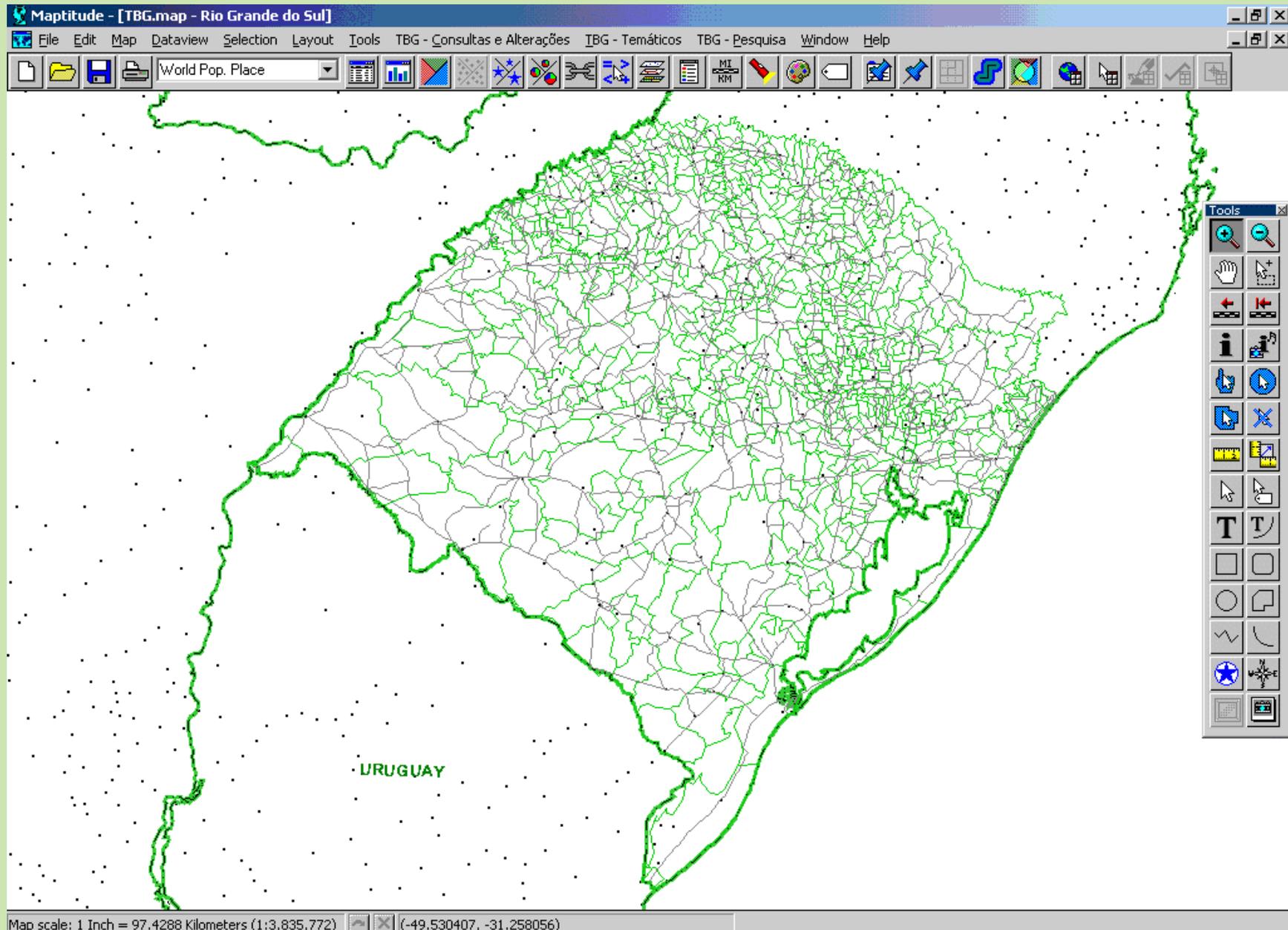
Mapa Temático

- Conjunto dos objetos que possuem alguma afinidade estrutural ou funcional, por exemplo, para representar a hidrografia de uma região, estradas de rodagem, tipos de solos, etc [BUR 86].
- Em um SIG, a idéia de mapas "temáticos" é utilizada através do conceito de camadas, onde, para uma mesma região podem ser criadas diversas camadas de dados, uma para cada tema a ser representado.

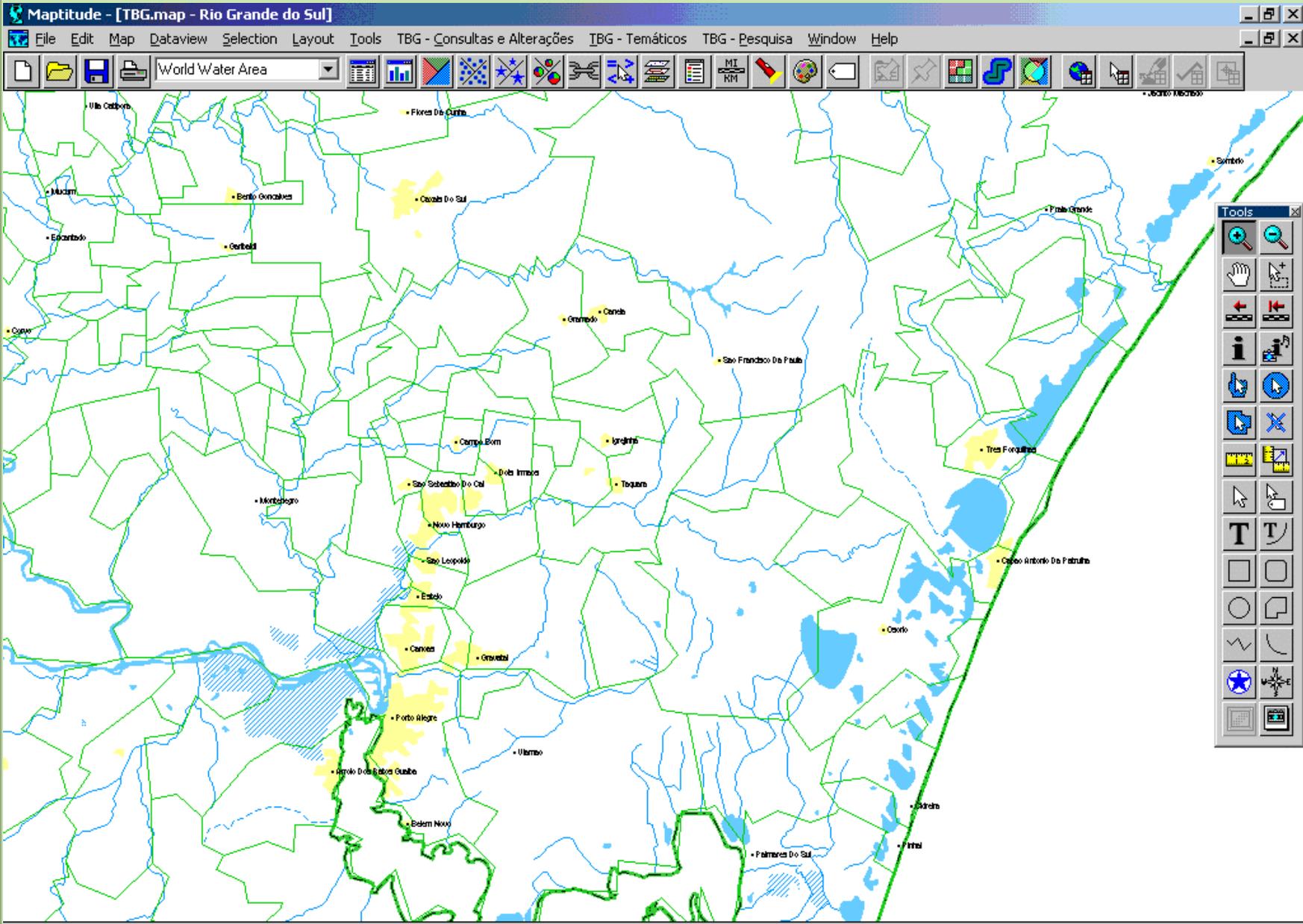
Mapa Temático



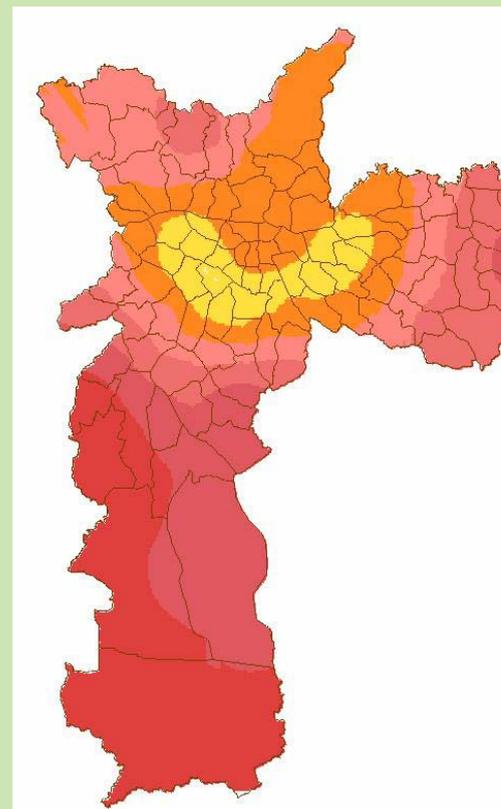
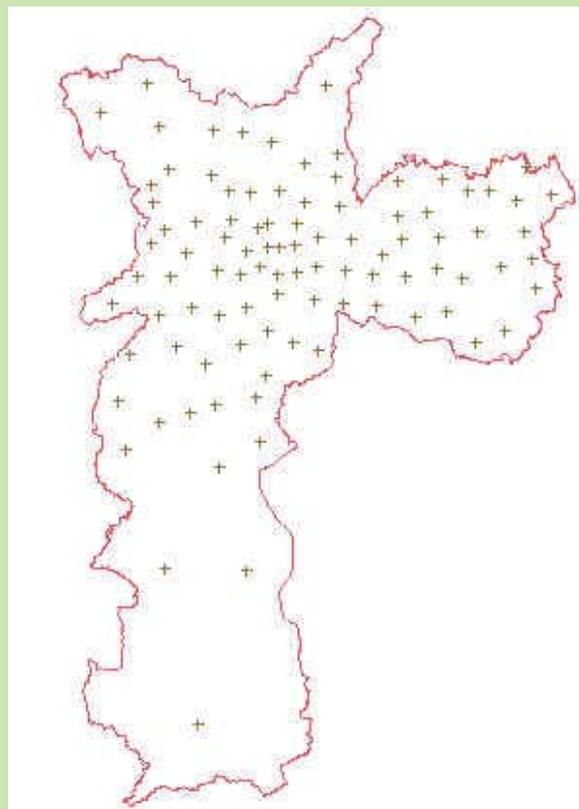
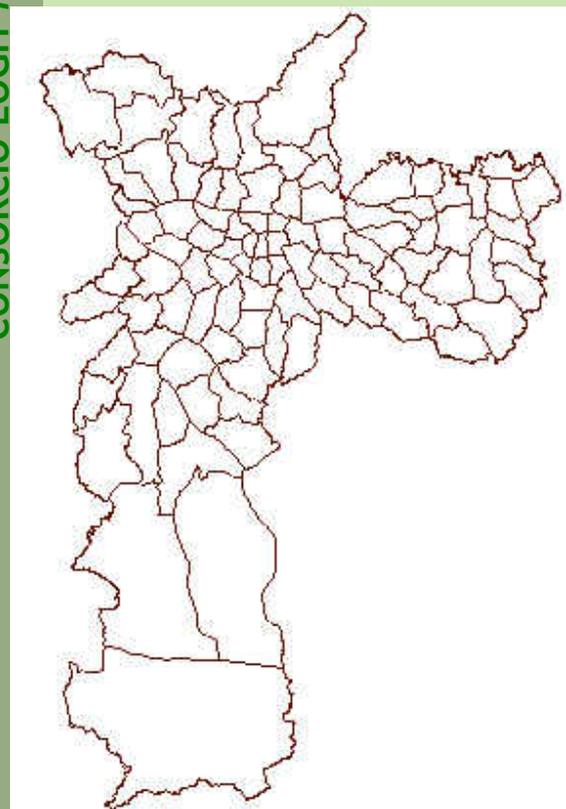
Temático - Transporte



Temáticos - Hidrologia - Urbano



Produção de Temáticos



Percepção dos Dados pelo Usuário

Visão de Objeto

- a realidade é vista como um plano contendo objetos reais;
- as entidades são representadas no BD como pontos, linhas, polígonos (objetos espaciais).
- ênfase nos limites dos objetos;
- representação espacial varia conforme a escala;
- objetos estão distribuídos de forma discreta no espaço;
- Cada entidade possui uma determinada posição, geometria e características próprias;
- mais de uma entidade pode ocupar o mesmo espaço;

Tipos de Objetos Espaciais

dimensão	tipo	descrição
0D	ponto	Um objeto com posição no espaço, mas sem comprimento
1D	linha	Um objeto tendo comprimento. Composto de 2 ou mais objetos 0D
2D	área	Um objeto com comprimento e largura. Limitado por pelo menos 3 objetos 1D
3D	volume	Um objeto de comprimento, largura e altura. Limitado por pelo menos 4 objetos 2D

Definido pela US National Digital Cartographic Standart

Visão de Objetos

Feições, Objetos

Mapa contendo objetos geográficos individuais
(feições - "feature")

• Ex: mapas de países, lotes, propriedades rurais



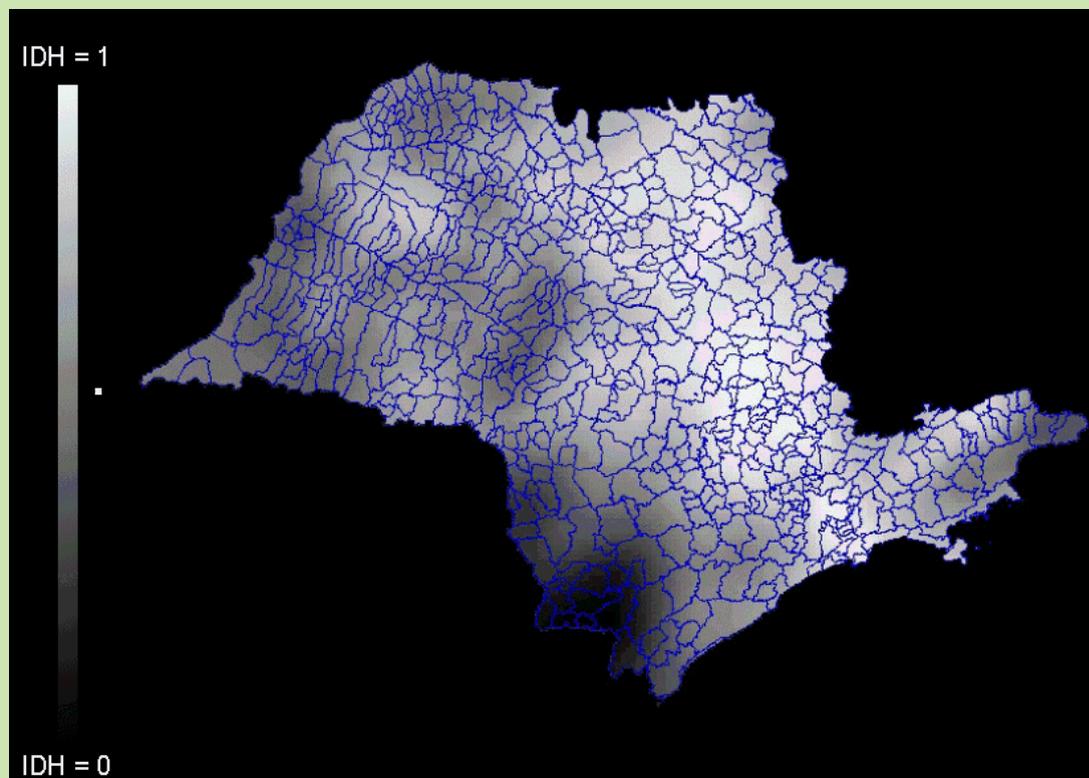
País	PIB (Us\$ bn)	Pop (milhões)
Brasil	350	159
Argentina	295	34
Chile	45	14

Percepção dos Dados pelo Usuário

Visão de Campo

- A percepção do usuário é de uma função de cobertura aplicada sobre cada um dos pontos de uma região do espaço (ex.: temperatura, solos, relevo).
- cada posição do espaço é associada a um valor da função de cobertura.
- objetos (reais ou não) são identificados pela agregação de pontos contíguos que apresentam mesmo valor para a função de cobertura.
- ênfase no conteúdo das áreas e não nos seus limites (ex.: operações de sobreposição - *overlay*).

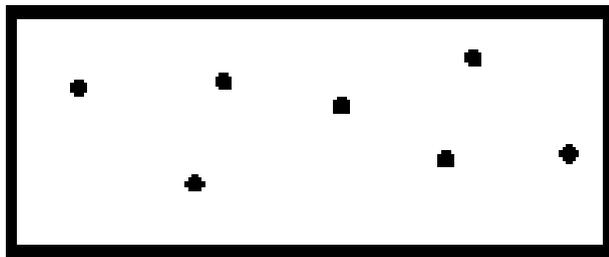
Percepções do Espaço



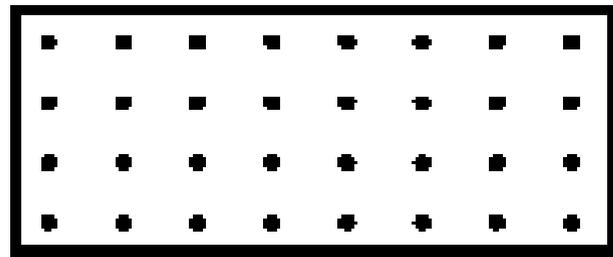
Espaço como uma
superfície contínua

Modelos de Dados Para SIG

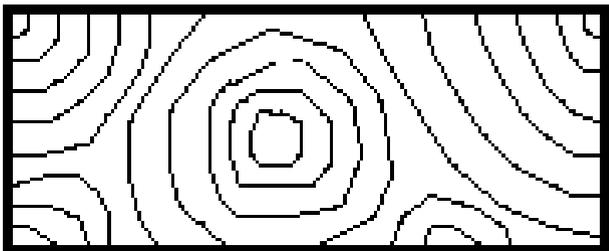
Visão de Campo - 6 tipos diferentes:



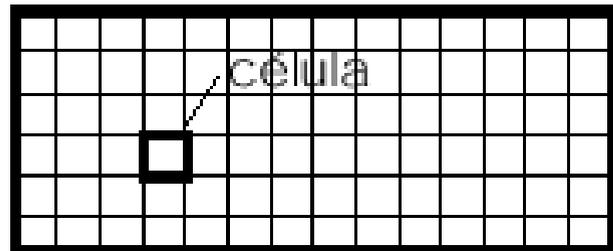
a) Amostragem Irregular de Pontos



d) Amostragem Regular de Pontos



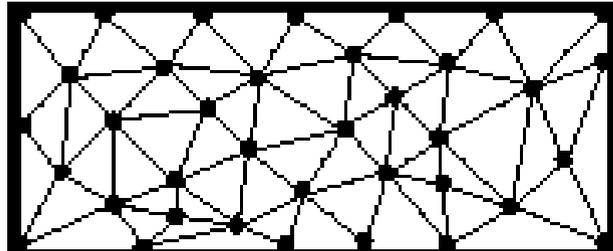
b) Linhas de Contorno



e) Grade Regular de Células



c) Polígonos



f) Grade Triangular

Abstração da Visão de Campo

- × **amostragem irregular de pontos**, o espaço é modelado como um conjunto de pontos distribuídos irregularmente onde cada ponto possui atributos que descrevem sua relação com outros pontos. Por exemplo, estações de medidas de temperatura, estações de coleta d'água;
- × **amostragem regular de pontos**, o mesmo que descrito acima, com a diferença que os pontos estão distribuídos regularmente. Por exemplo, modelos numéricos de terrenos;
- × **linhas de contorno ou isolinhas**, o espaço é modelado como um conjunto de linhas aninhadas, onde cada linha possui um valor associado. Por exemplo, curvas de nível, curvas de temperatura;

Abstração da Visão de Campo

- × **polígonos adjacentes**, é a subdivisão do espaço em polígonos adjacentes, onde cada posição pertence a um só polígono. Por exemplo, tipos de solo e tipos de vegetação;
- × **grade regular de células**, subdivisão uniforme do espaço em células. Cada célula armazena um valor numérico que representa uma variável contínua. Por exemplo, imagens de satélite;
- × **grade triangular**, o espaço é modelado como uma grade de triângulos irregulares. Cada ponto possui um par (x,y) e a superfície um valor z , os pontos são conectados por segmentos formando um conjunto de triângulos. Por exemplo, TIN - *Triangulated Irregular Network*).

Banco de Dados

- **Espaciais** - são capazes de gerenciar dados com representação geométrica em coordenadas planas.
 - São utilizados em medicina, geoprocessamento, Astronomia, etc...
- **Geográficos** - são utilizados em aplicações de geoprocessamento. Utilização das coordenadas geográficas.
 - Podem estar acoplado/embutido em um SIG.

Arquiteturas de Software de SIG

- Sistema Dual (mais tradicional):
 - SGBD relacional (dados descritivos);
 - módulo de armazenamento e manipulação espacial (dados gráficos) gerenciado pelo próprio SIG;
 - ex.: Arc-Info, MGE e Spring
- Sistema Integrado (tendência atual):
 - BD OO; ex.: Gothic da LaserScan, SmallWorld
 - BD relacional estendido; ex.: Oracle Spatial Cartridge

Armazenamento de Dados Espaciais

- Existem duas abordagens principais para o armazenamento de atributos espaciais no BD ou em arquivos convencionais:
 - formato *matricial* (raster ou tesselação)
 - formato *vetorial*

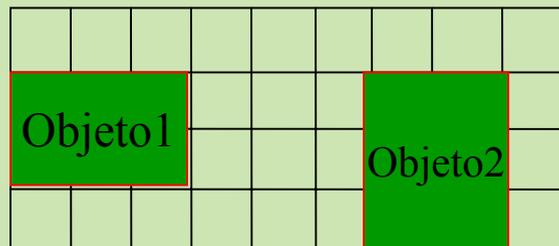
Armazenamento de Dados Espaciais

Armazenamento Raster(Matricial) - grade de células:

- *Visão de campo*

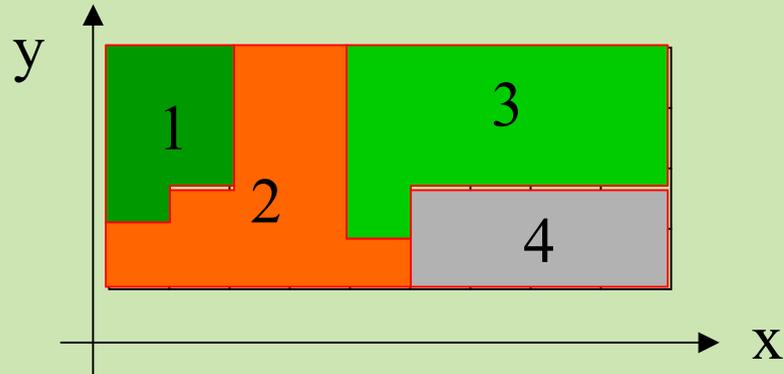
1	1	2	2	3	3	3	3	3
1	1	2	2	3	3	3	3	3
1	2	2	2	3	4	4	4	4
2	2	2	2	2	4	4	4	4

- *Visão de objeto*

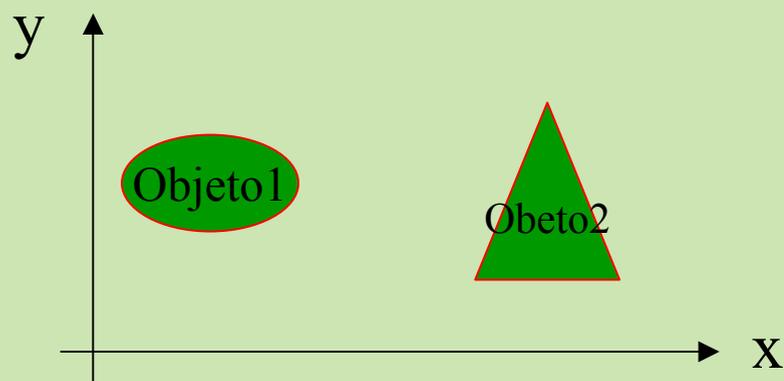


Armazenamento Vetorial (em coordenadas planas):

- *Visão de campo*



- *Visão de objeto*



Formato Matricial

- o dado espacial é armazenado como uma matriz de células de tamanho regular georreferenciadas onde, a cada célula, pode ser associado um conjunto de valores, representando características geográficas daquela posição do espaço;
- a posição da célula é determinada pelas linha e coluna onde está localizada;
- as células (pixels) podem ter diferentes formatos: triangulares, hexagonais e retangulares;
- uma área pode ser representada por diferentes matrizes, onde a mesma célula, em cada matriz, armazena um valor correspondente à função de cobertura de um tema distinto (ex.: matriz para relevo e matriz para temperatura);

Formato Matricial

- Os relacionamentos topológicos são implicitamente determinados a partir da vizinhança entre as células
- Quando a informação espacial de interesse é uma função de cobertura (visão de campo), a representação matricial é a mais adequada
- Imagens de satélite e modelos digitais de terrenos são naturalmente representados no modelo matricial

Formato Vetorial

- armazena coordenadas de pontos, linhas e polígonos, as quais representam a espacialidade das entidades, suas fronteiras e suas relações de vizinhança
- a posição de cada objeto é definida por sua localização no espaço, conforme algum sistema de coordenadas (projeção) ou com base em coordenadas geográficas (latitude, longitude, altitude)
- os relacionamentos topológicos são explicitamente armazenados ou calculados durante operações de geoprocessamento

Comparação dos Formatos

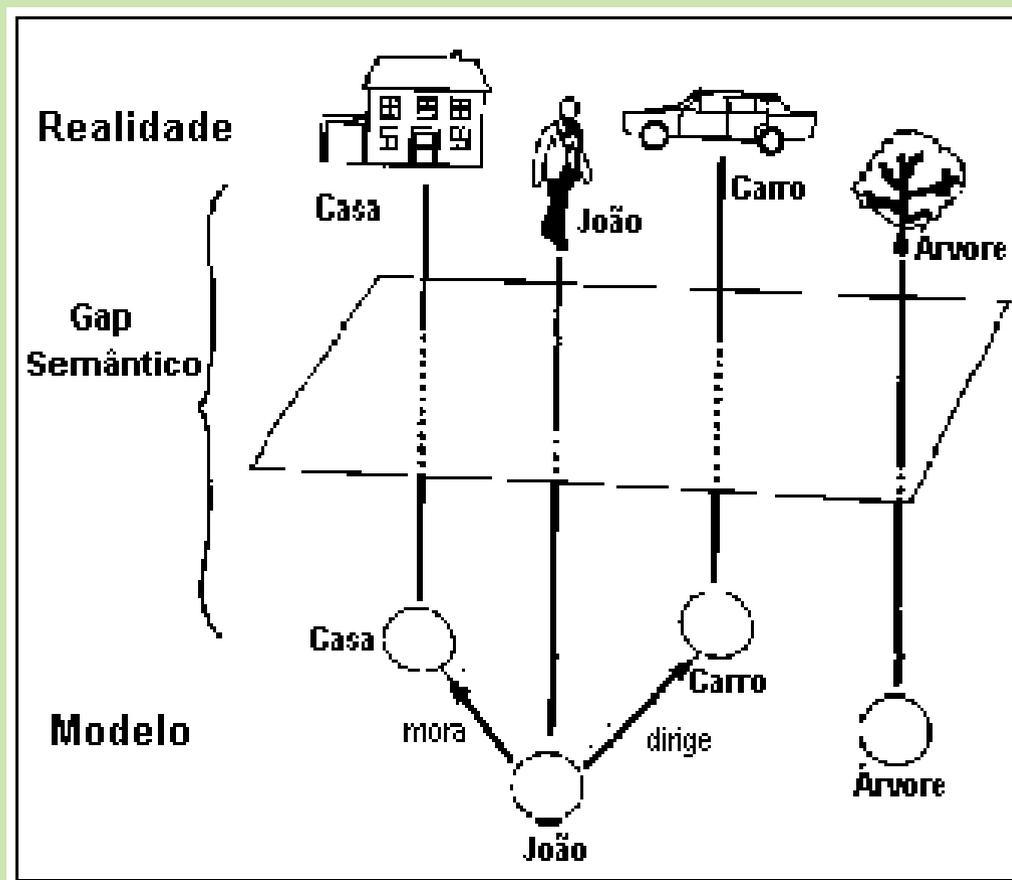
	<i>Modelo Raster</i>	<i>Modelo Vetorial</i>
Vantagens	Estrutura de dados simples	Estrutura de dados mais compacta
	Operações de overlay são fáceis e eficientes de implementar	Possível codificação e análise topológica eficiente
	Representa melhor grande variabilidade espacial	
Desvantagens	A estrutura raster é menos compacta Técnicas de compressão de dados podem amenizar este problema.	É uma estrutura de dados mais complexa que a matricial
	Relacionamentos topológicos são mais difíceis de representar	Operações de sobreposição são mais difíceis de implementar
	A saída gráfica é menos estética, devido ao formato das células	A representação de dados espaciais de alta variabilidade é ineficiente

Modelagem Conceitual dos Dados

Modelagem Conceitual de Dados

- Serve como uma ferramenta de auxílio na comunicação entre o projetista de sistema e o usuário do sistema de computação
- Deve permitir um mapeamento direto entre o que é percebido no mundo real e sua representação computacional
- Deve ser livre das limitações de implementação (hardware e software)
- A partir do modelo conceitual é possível gerar o modelo lógico do banco de dados e, conseqüentemente, implementá-lo fisicamente.
- Usado o paradigma de orientação a objetos para a modelagem dos dados
- Foi utilizado o Geoframe que serve para a modelagem de aplicações de Sistemas de Informação Geográfica e é baseado na UML (*Unified Modeling Language*)

Modelo Conceitual dos Dados



Requisitos de Modelagem Conceitual para Aplicações de SIG

- Diferenciação entre Objeto Geográfico e Objeto Convencional;
- Dicotomia entre Visão de Campo e Visão de Objetos;
- Aspectos espaciais;
- Relacionamentos Espaciais:
 - métricos;
 - topológicos;
 - composição.
- Aspectos Temáticos;
- Múltiplas Representações;
- Múltipla Apresentação dos Dados;
- Temporalidade;
- Relacionamentos Espaço-temporal;
- escalas e generalizações;
- fenômenos geográficos vagos.

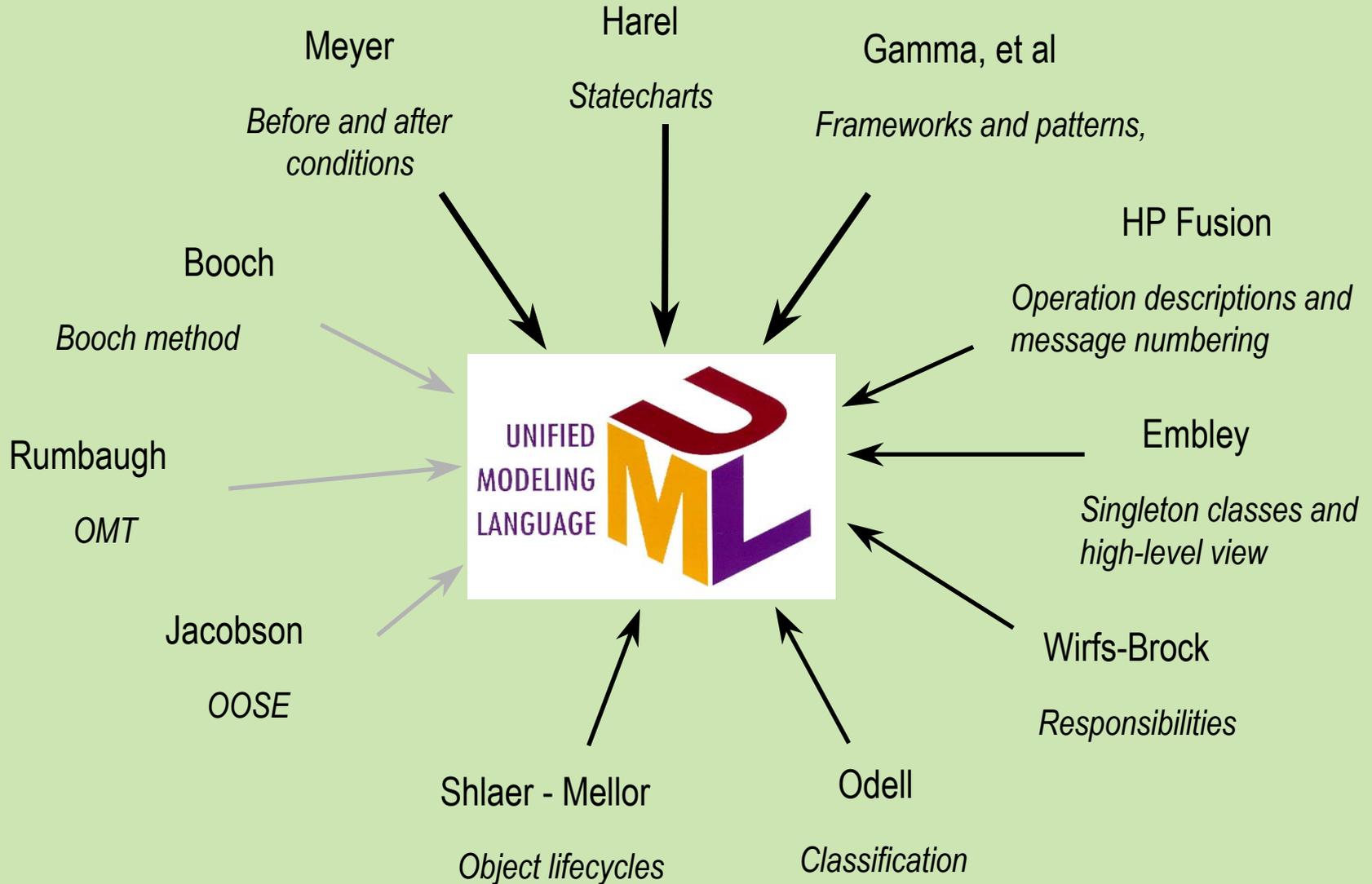
UML - Unified Modeling Language



UML

- UML = *Unified Modeling Language* : é conjunto de ferramentas (“desenhos”) que permitirão representar o modelo de um sistema qualquer.
- A UML é uma linguagem padrão para **visualizar, especificar, construir e documentar** os artefatos de um sistema intensamente baseado em software.
- Pode ser usada com todos os processos, durante todo o ciclo de desenvolvimento e com diferentes tecnologias de implementação

Contribuições para a UML



Modelos, Visões e Diagramas

Um modelo é a completa descrição de um sistema a partir de uma perspectiva particular

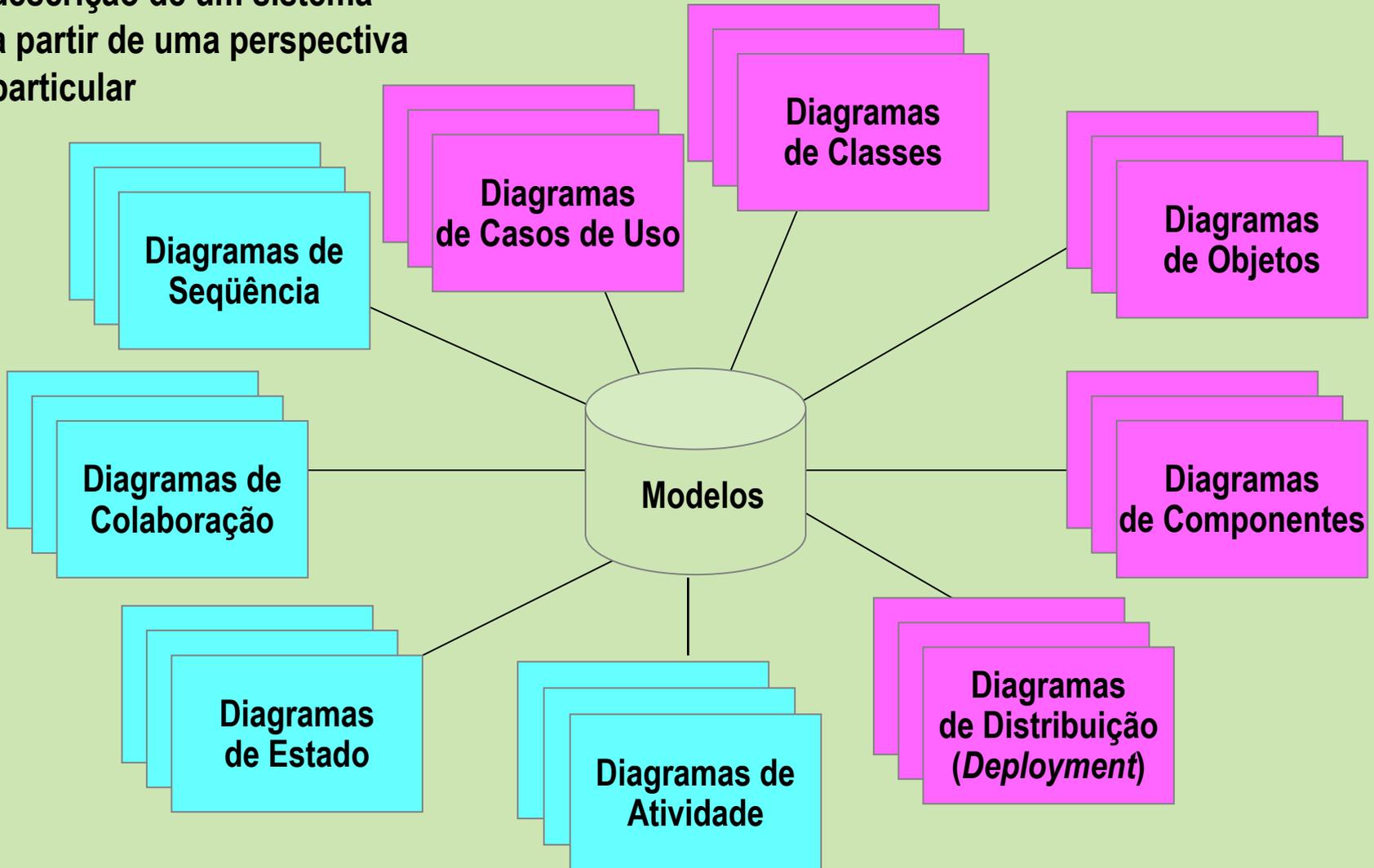


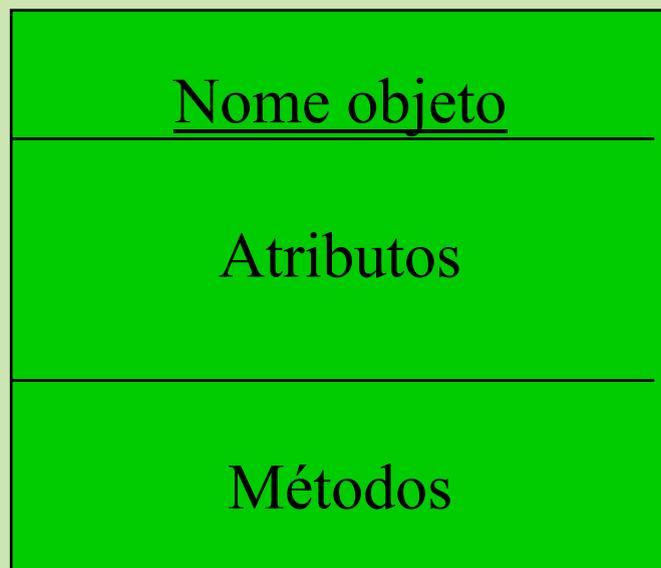
Diagrama de Classes

Diagrama de Classes

- Notação diagramática que permite descrever:
 - classes;
 - atributos;
 - relacionamentos;
- Técnica formal;
- Não completa (nem todas as propriedades dos dados de um sistema são possíveis de representar); Podem ser organizados logicamente dentro de pacotes;
- É o diagrama mais utilizado em modelagem OO;
- Serve para modelar a visão estática dos dados de um sistema;

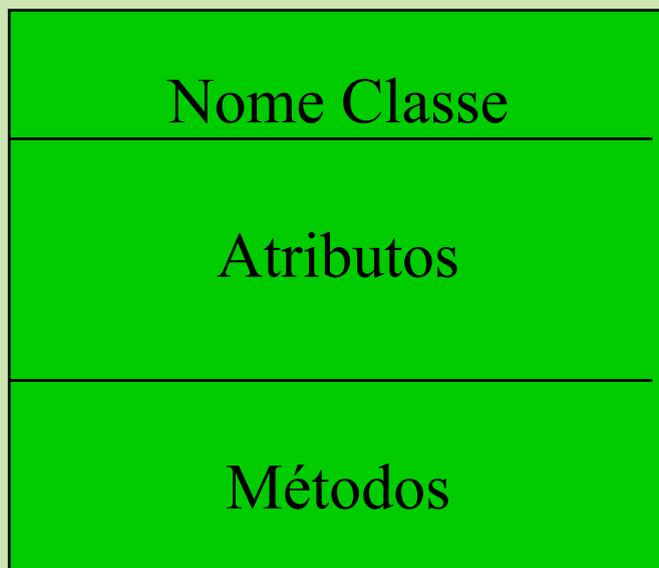
Objeto

- Objetos podem representar tantos objetos concretos da realidade (uma pessoa, um carro) quanto objetos abstratos da realidade (um departamento, um cargo).



Classes

- é a descrição de um conjunto de objetos com mesmos atributos, operações, relacionamentos e semântica.



Exemplo de Classes

Venda

data
hora

calcValorLiquido()
calcValorTotal()
CalcImposto()

Venda

Definindo Atributos

Venda

```
numero: integer = 0  
data: Date = Null
```

- Opcionalmente, pode-se definir valores iniciais para os atributos;
- Domínio de atributo = conjunto de valores que o atributo pode assumir (real, integer,..). É opcional.
- Null é a representação para vazio.

Definindo Atributos

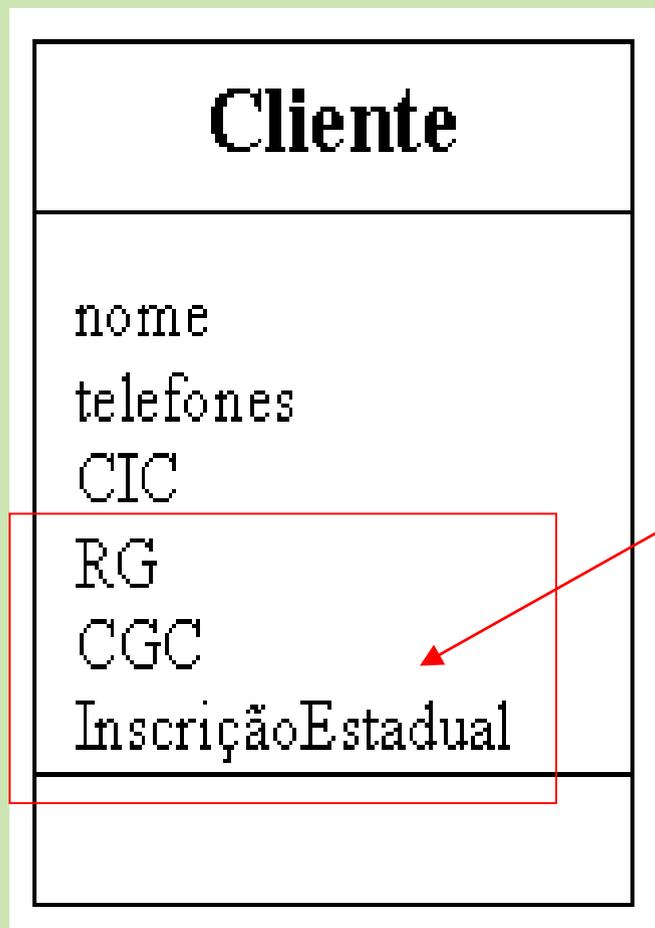
Cliente

nome

telefones

- Não utilizar atributos multivalorados:
 - em E-R implica criar uma nova tabela
 - em oo as linguagens permitem
 - OMT não tem uma notação específica

Definindo Atributos



- Observar atributos opcionais
- Podem indicar a conveniência de fazer uma especialização da classe

Definindo Atributos

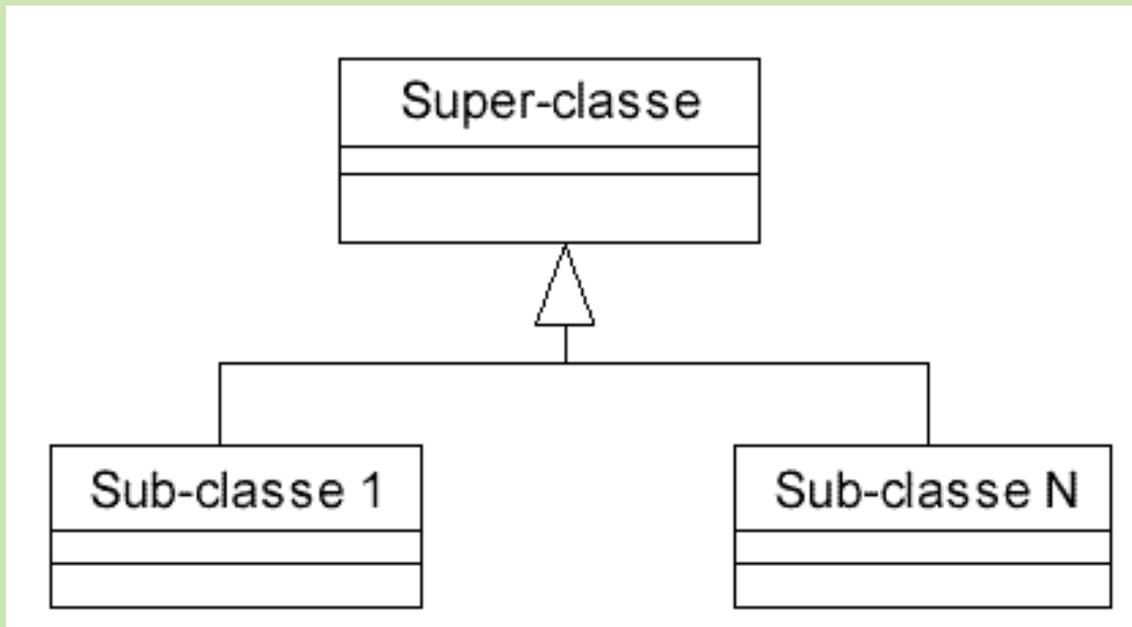
- Um atributo é um dado (informação de estado) para o qual cada objeto em uma classe tem o seu próprio valor;
- definem as características de um objeto;
- Informação associada a um objeto.
- Atributos e seus domínios estão em um dicionário de dados separados.

Relacionamentos no Diagrama de Classes

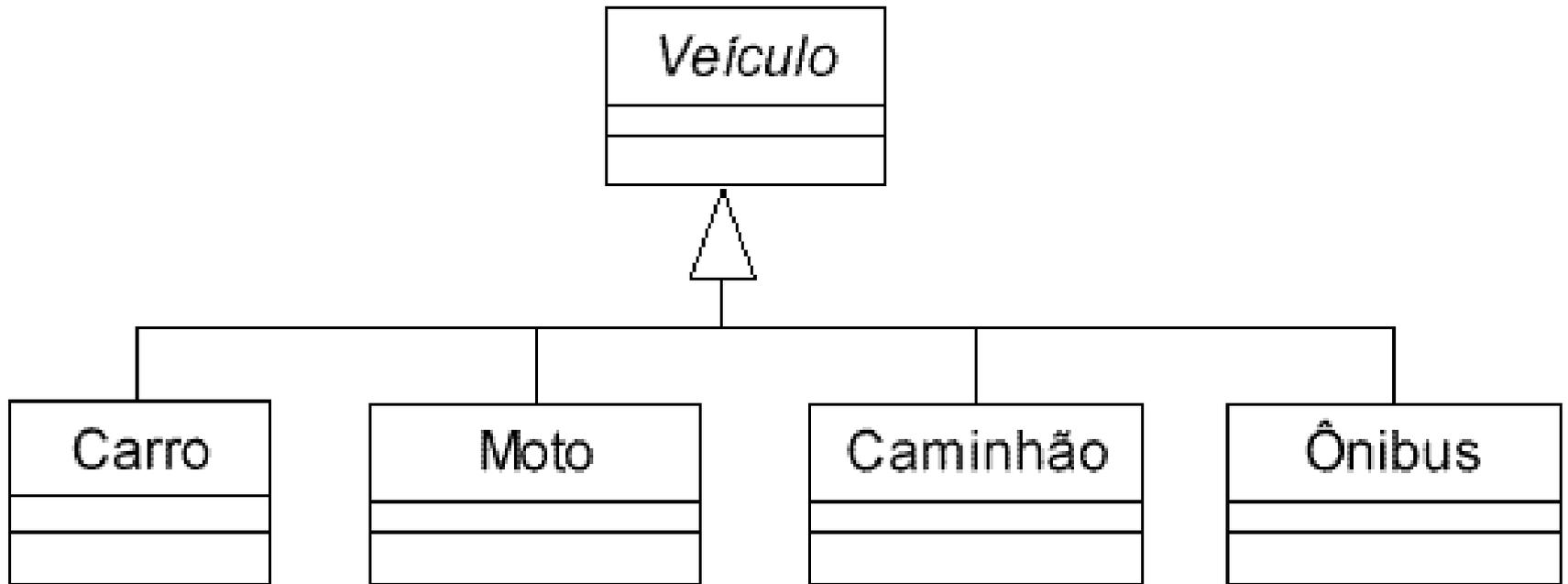
- Relacionamentos são representações estáticas que modelam associações entre objetos, um dos mecanismos de estruturação de objetos.
- Podem ser:
 - Generalização/especialização
 - Agregação
 - Associação

Generalização / Especialização

- Com este mecanismo é possível capturar similaridades entre classes, dispondo-as em hierarquias de classes.



Generalização / Especialização

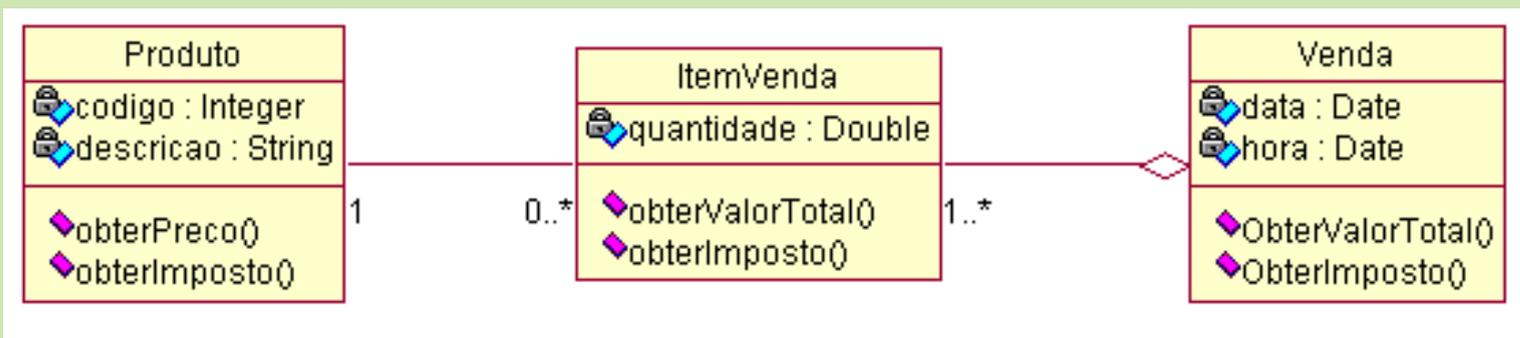


Aggregação

- Tipo de relacionamento com semântica de “parte-de” (part-of)
- Semântica:
 - Quando o todo é criado as partes também o são - quando o todo é eliminado as partes também o são
 - Partes não tem existência própria;
 - Transitividade: se A é parte de B e B é parte de C, A é parte de C
 - Antissimetria: se A é parte de B, então B não é parte de A
 - Propagação de propriedades do todo para as partes
 - Ex: cálculo do imposto de venda propaga-se para os itens

Agregação

- Uma venda é composta de vários itens
- Quando a venda é criada são criados os itens
- Quando a venda é eliminada, são eliminados os itens
- Observar que produtos não é agregado (existe independente da venda)



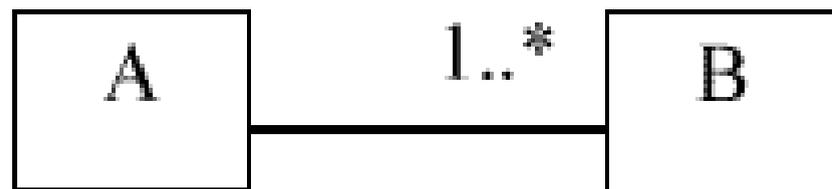
Associação

- Cada classe desempenha um **papel** na associação, ao qual pode ser dado um nome.
- Cada papel possui também uma **cardinalidade**, que indica quantos objetos podem participar de um dado relacionamento.
- A cardinalidade indica as fronteiras inferior e superior para os objetos participantes,

Associação

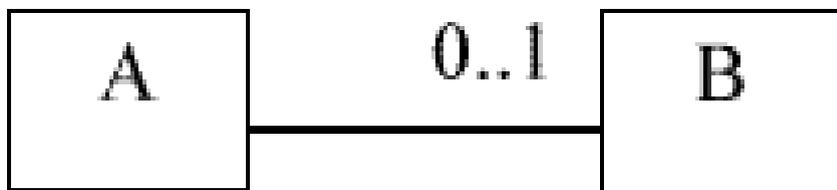
Um A está sempre associado a um e somente um B.

Um A está sempre associado a um ou mais Bs.



Associação

Um A está associado a zero ou um B.

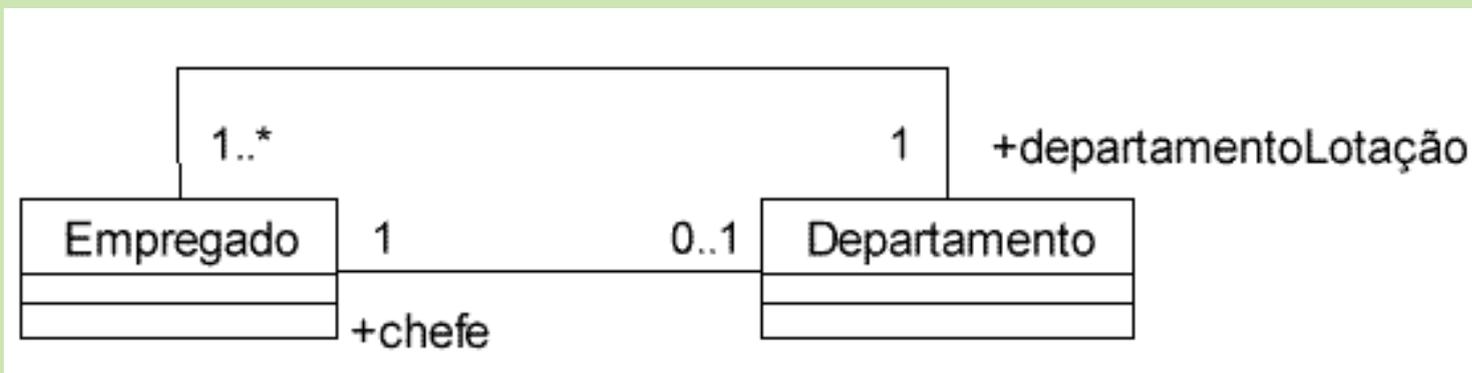


Um A está associado a zero ou mais Bs.

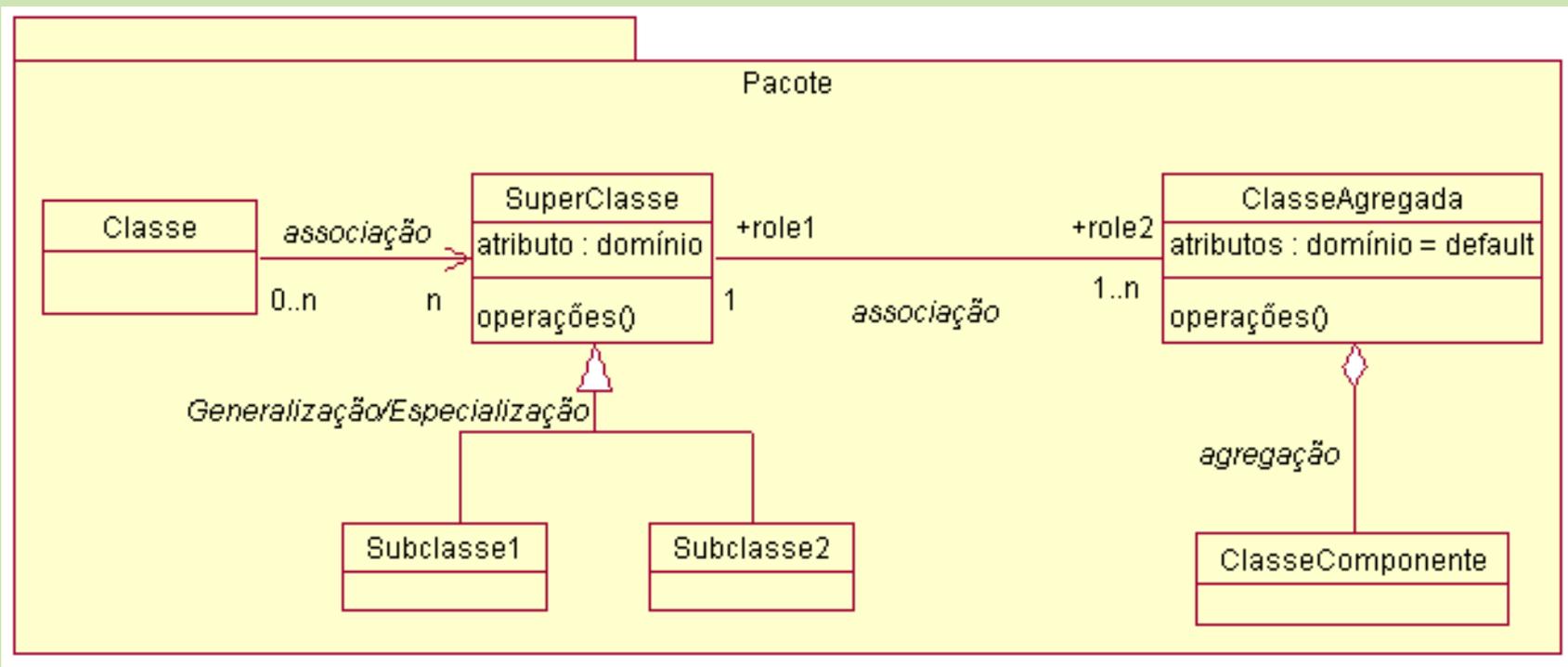


Associação - Nomeação

Em uma empresa, um empregado está lotado em um departamento e, opcionalmente, pode chefiá-lo. Um departamento, por sua vez, pode ter vários empregados nele lotados, mas apenas um chefe. Sem nomear as associações, o modelo fica confuso.



Notação Gráfica do Diagrama de Classes da UML



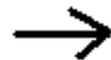
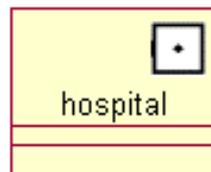
Modelagem Conceitual do Sistema Preliminar de Indicadores

Estereótipos Espaciais

Associação Normal



Associação Simbólica



*Componente espacial
de objetos geográficos*

-  Ponto
-  Linha
-  Polígono
-  Obj. espacial complexo

Exemplo da Modelagem de Temas

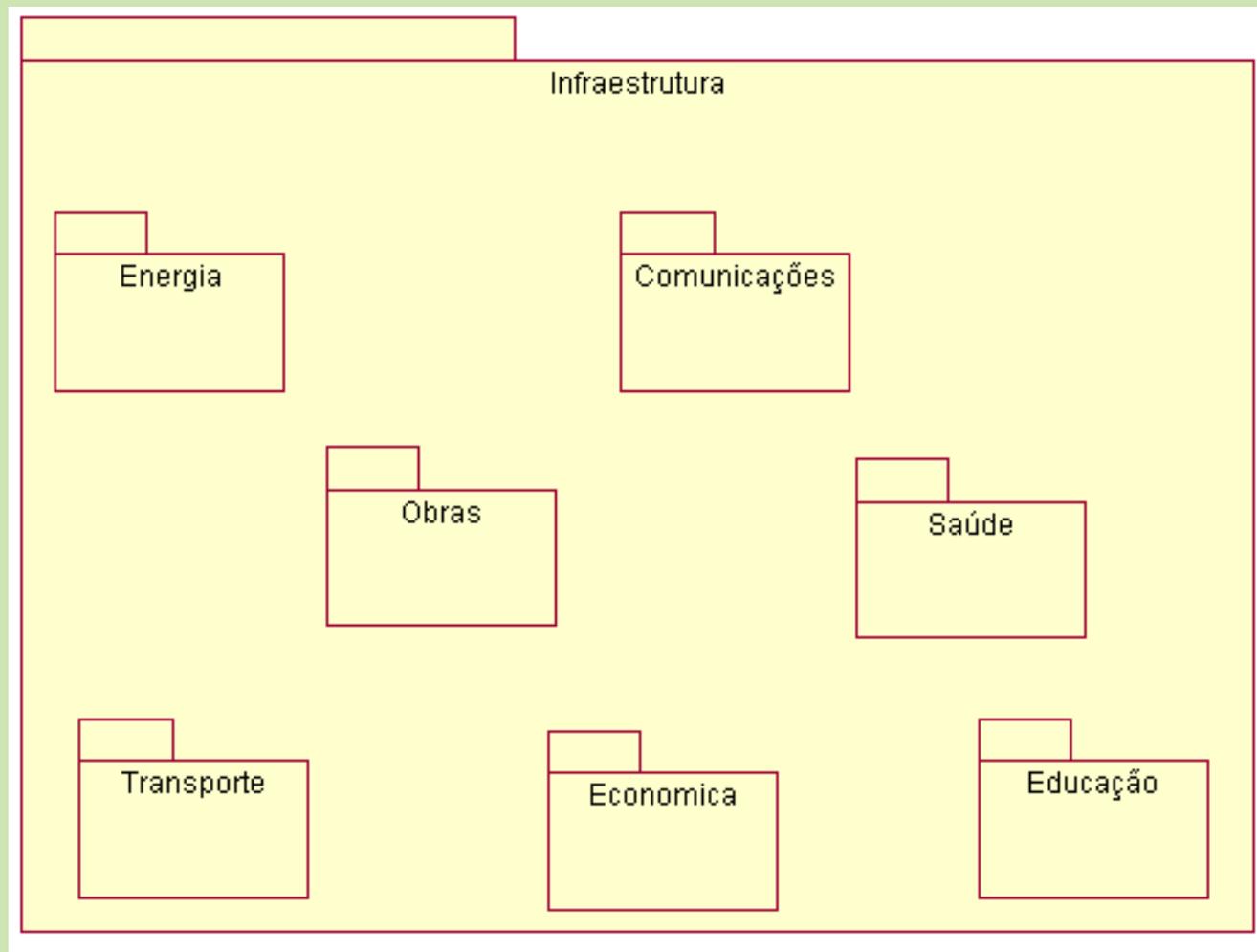
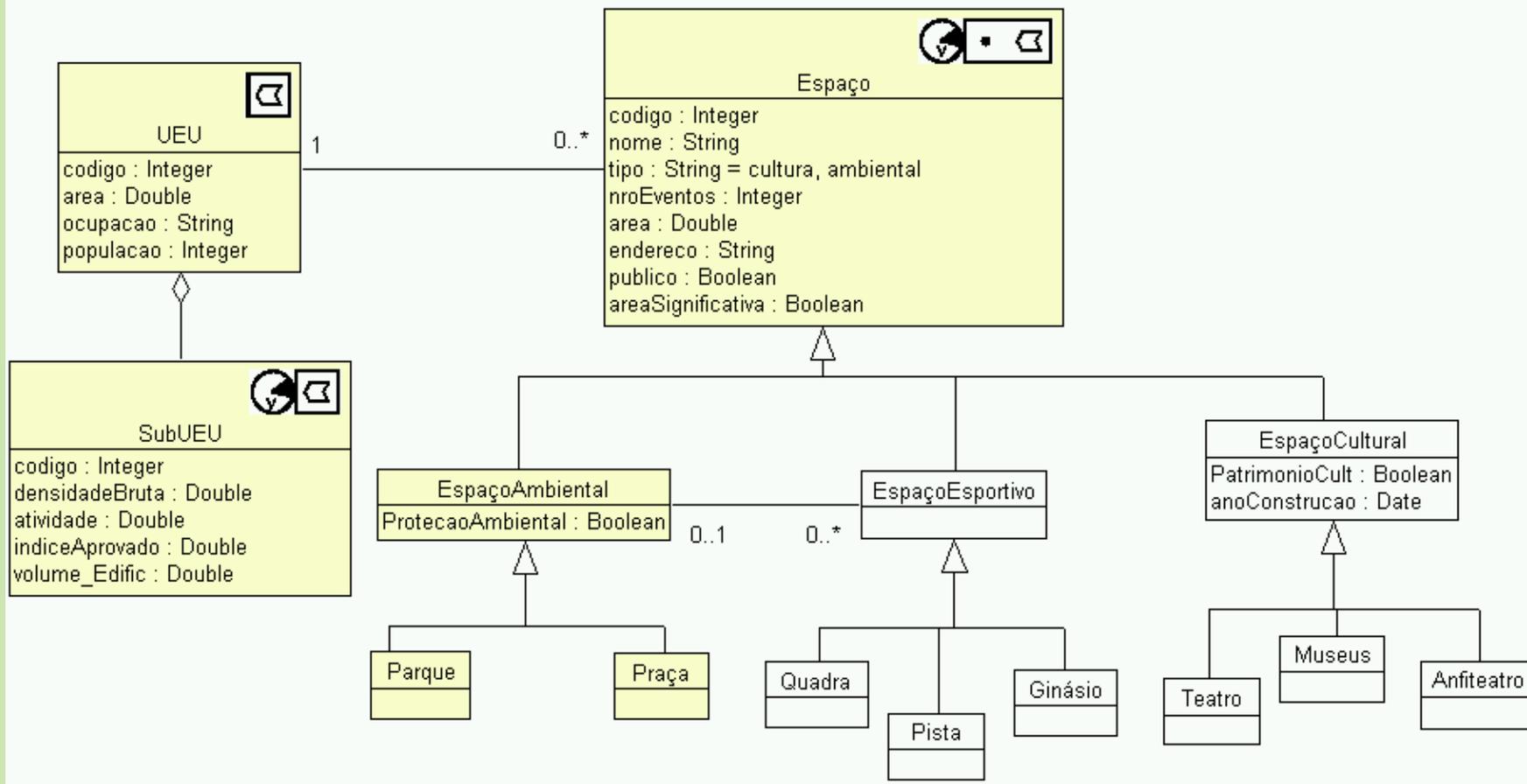


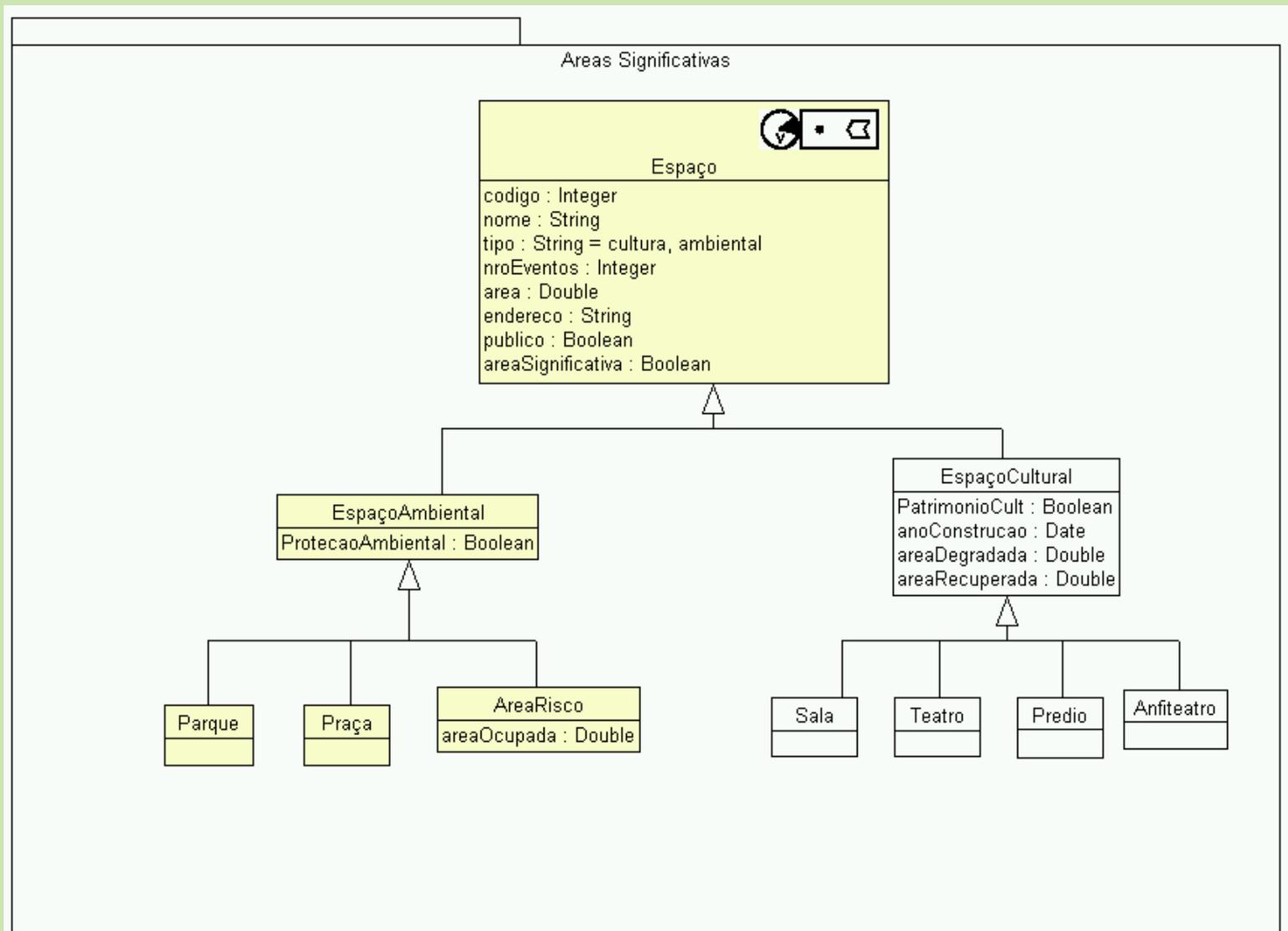
Diagrama do Modelo Conceitual do Sistema Preliminar de Indicadores

- classes amarelas - possuem algum dado possível de ser implementado no momento atual, mas isso não implica que todos os dados estão disponíveis
- classes brancas - existe o dado mas ele tem que ser georreferenciado
- Deve ser observado que as classes do modelo preliminar possuem apenas os atributos que já possuem dados disponíveis

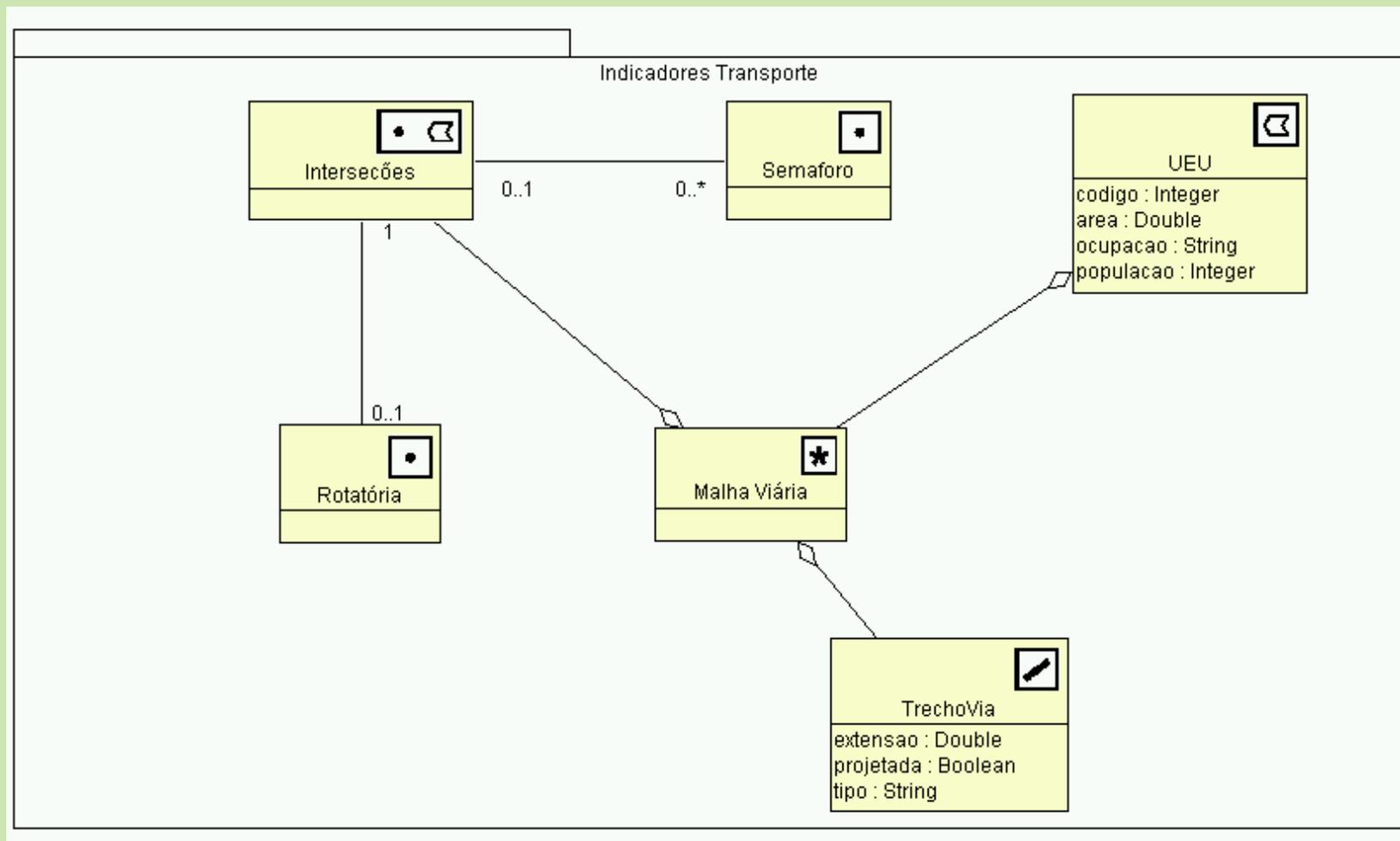
Modelo conceitual preliminar de espaços públicos



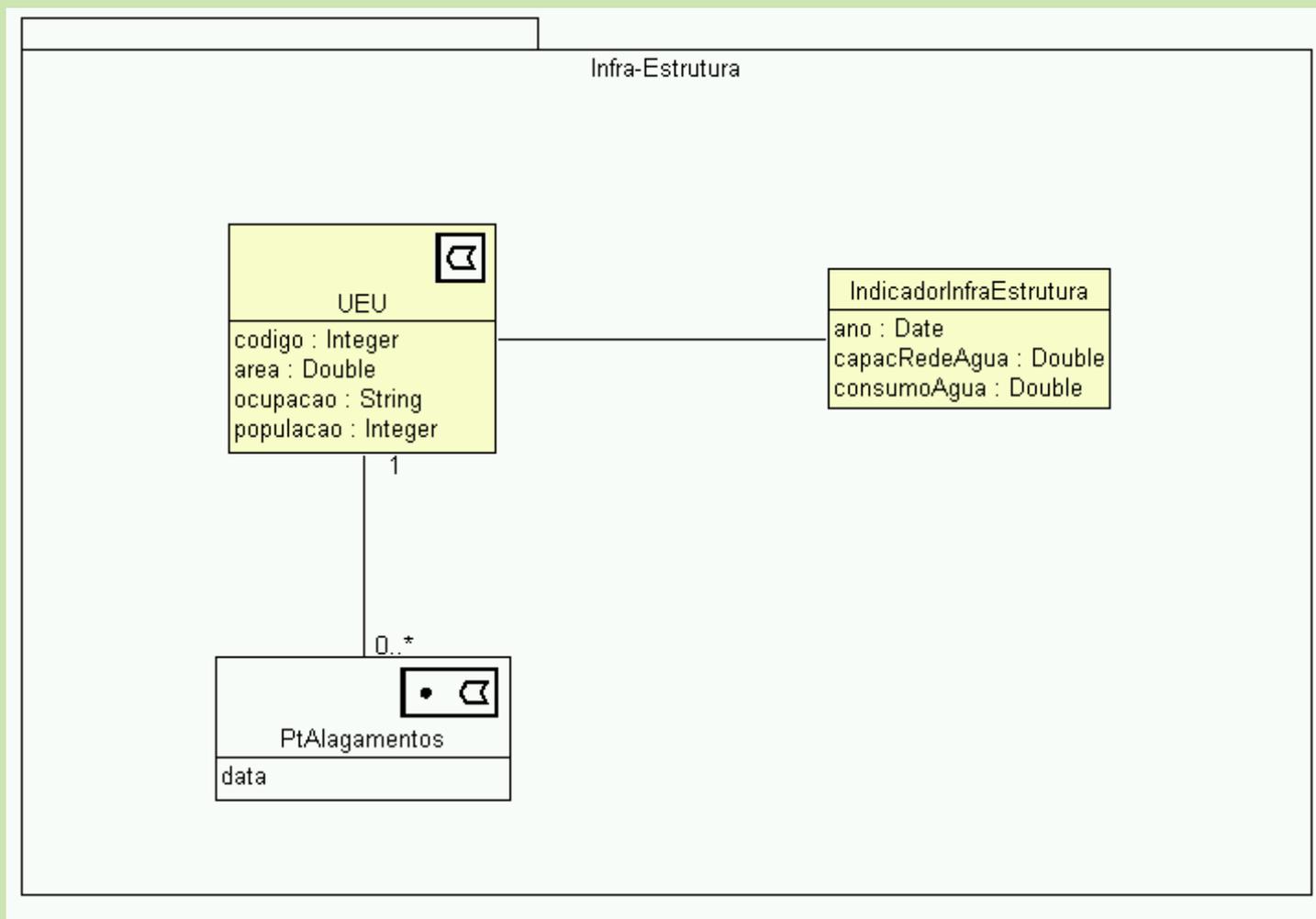
Modelo conceitual preliminar de áreas significativas



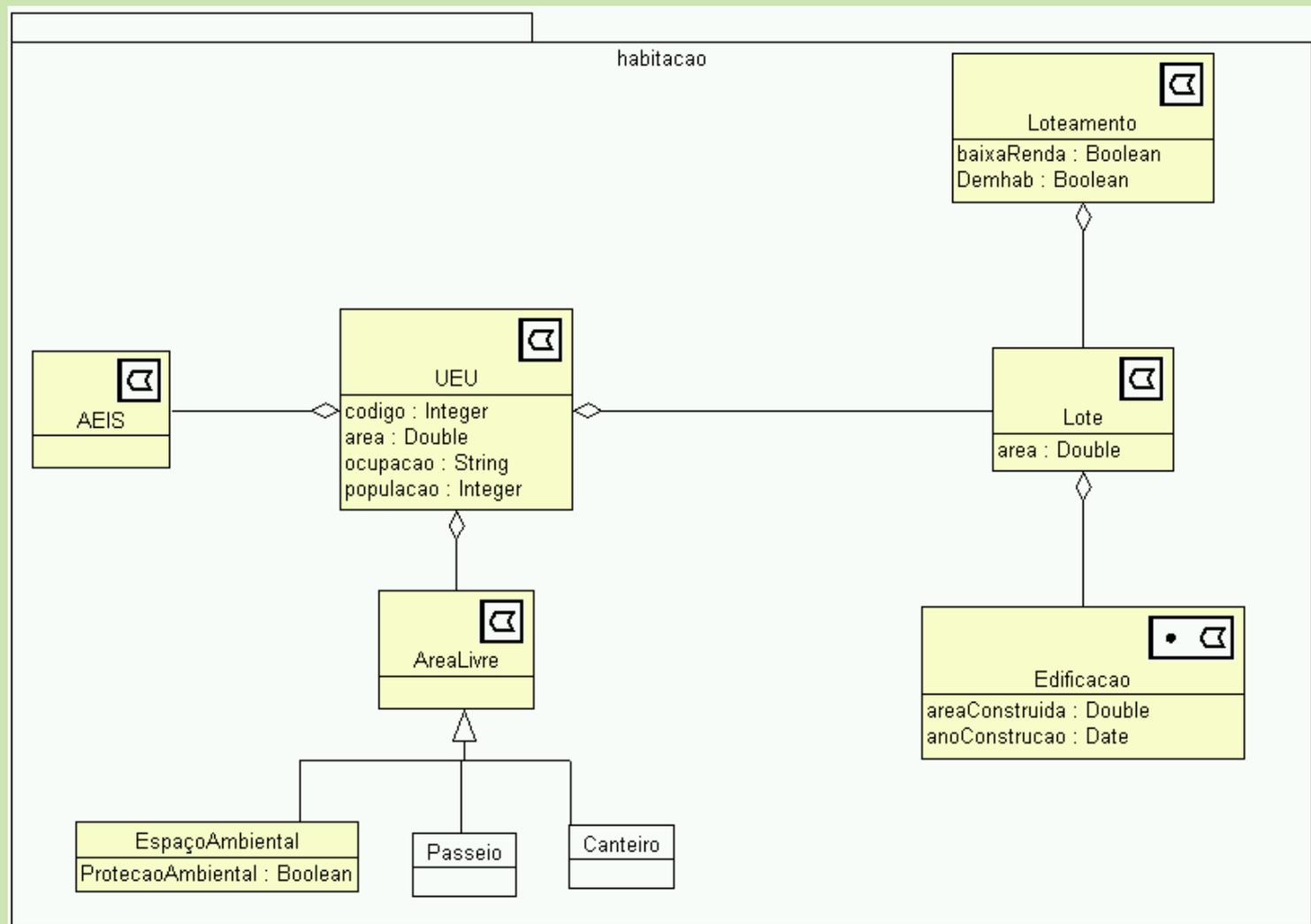
Modelo conceitual preliminar de transportes



Modelo conceitual preliminar de infra-estrutura



Modelo conceitual preliminar de habitação



Construção de um sistema de indicadores de desenvolvimento urbano e solução de geoprocessamento para a Prefeitura de Porto Alegre

Treinamento em Banco de Dados Geográficos e Modelagem de Banco de Dados Geográficos

CONSÓRCIO LOGIT MERCOSUL - PROFILL

Luciana Vargas da Rocha
(luvargas@terra.com.br)



Outubro de 2004.