

**MundoGEO#Connect LatinAmerica 2012**

29 a 31 de Maio | São Paulo (SP) Brasil



**SEMINÁRIO QUALIDADE DE DADOS GEOESPACIAIS**

Modelagem e integração de dados espaciais e não espaciais

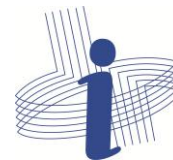
**Projeto CASEGeo/UFV**

**Evolução de  
Modelos Conceituais para  
Bancos de Dados Geográficos:**

UML-GeoFrame | ArgoCaseGeo | Perfil UML GeoProfile

**Jugurta Lisboa Filho**

**Universidade Federal de Viçosa**



# Qualidade & Projeto de BD

- Modelagem de BD ~ Projeto arquitetônico de uma casa
- BD criado de forma incremental pode virar **Puxadinho!**
  - Falta de dados e relacionamentos não previstos
  - Limitação de consultas futuras

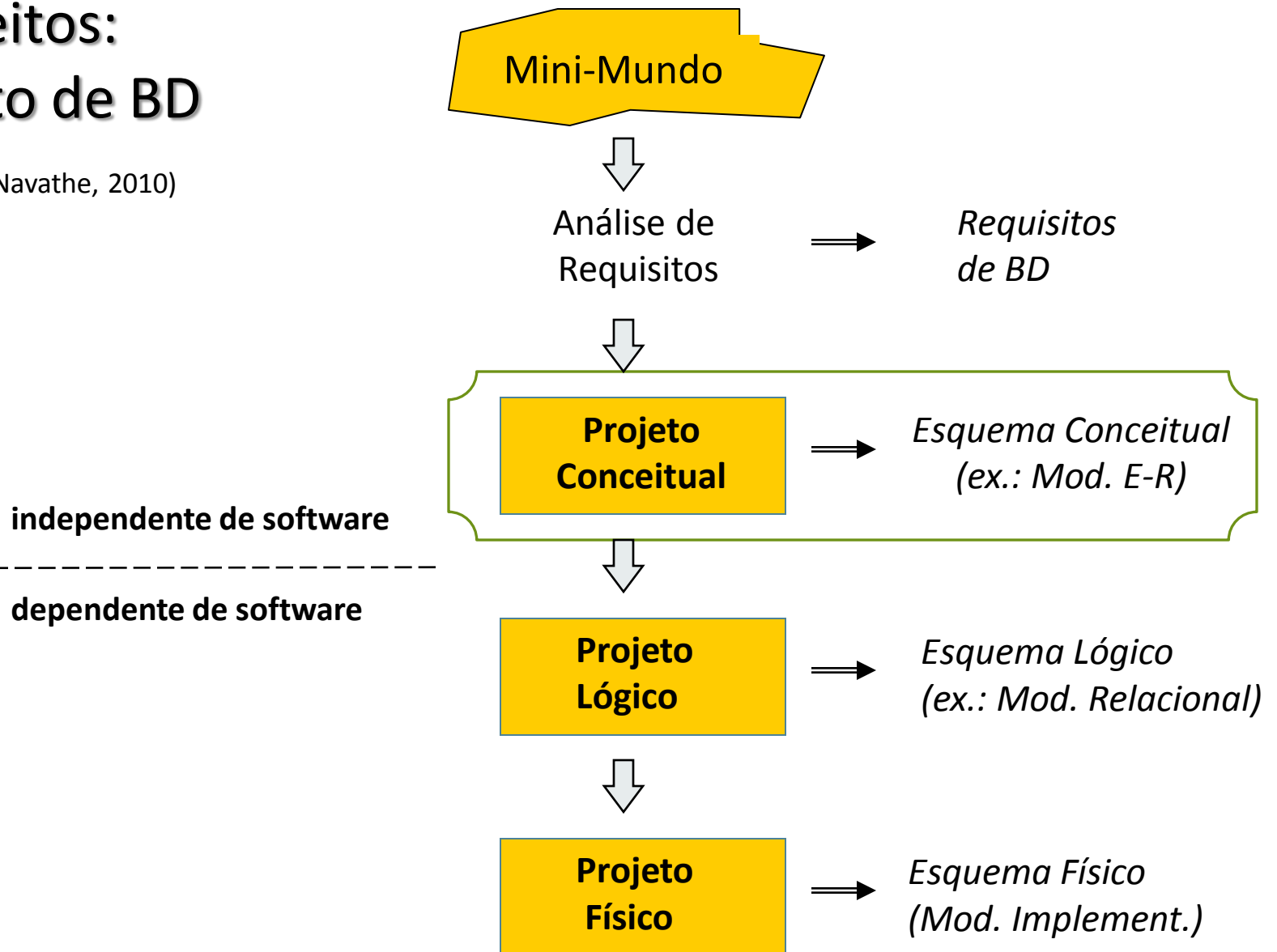


# Programa

- Conceitos Fundamentais
  - Histórico de Modelos Conceituais para BDGeo
  - Evolução de Modelos .....
    - Modelo **UML-GeoFrame** + Ferramenta ArgoCaseGeo
    - Perfil **UML GeoProfile** e MDA (*Model Driven Architecture*)
- Conclusões

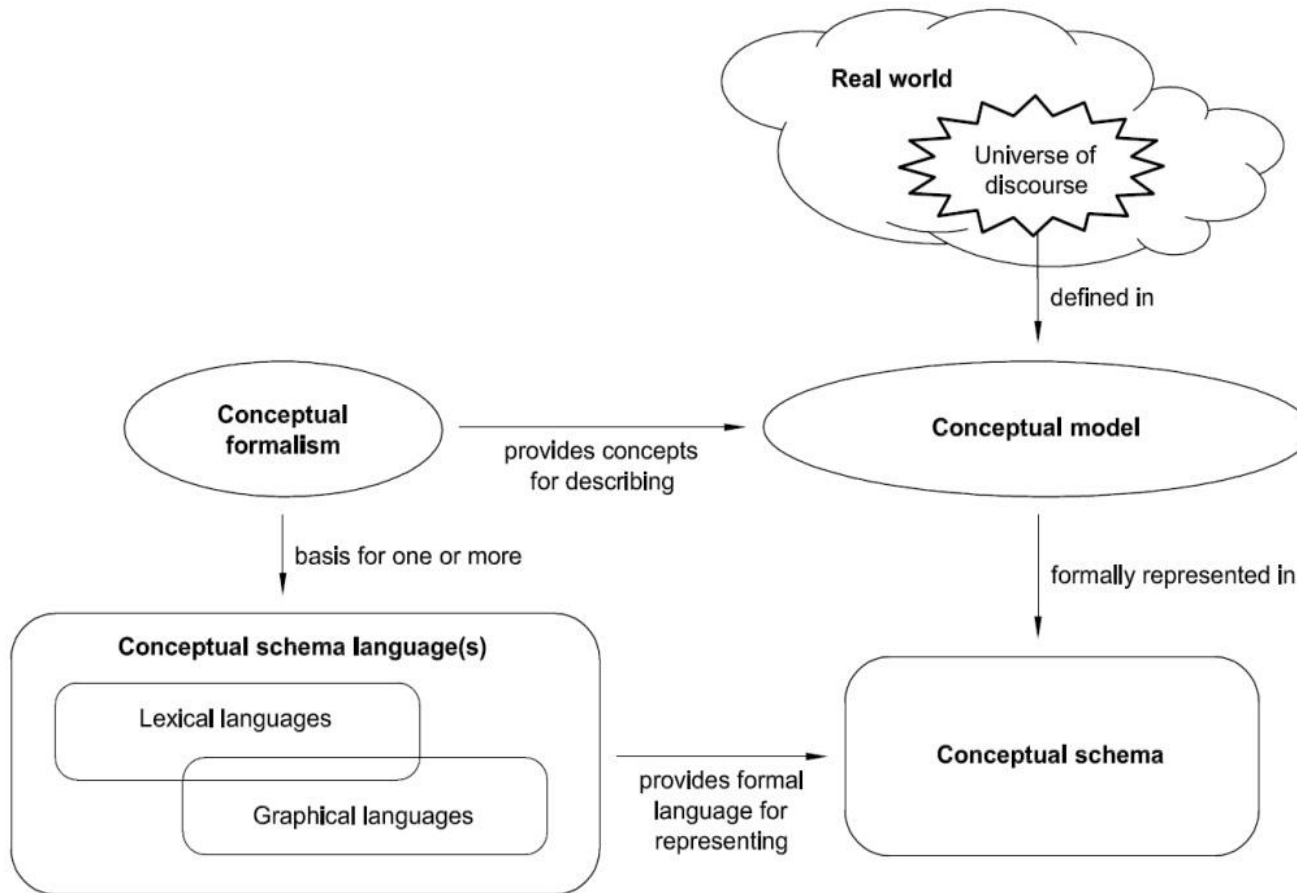
# Conceitos: Projeto de BD

(Elmasri & Navathe, 2010)



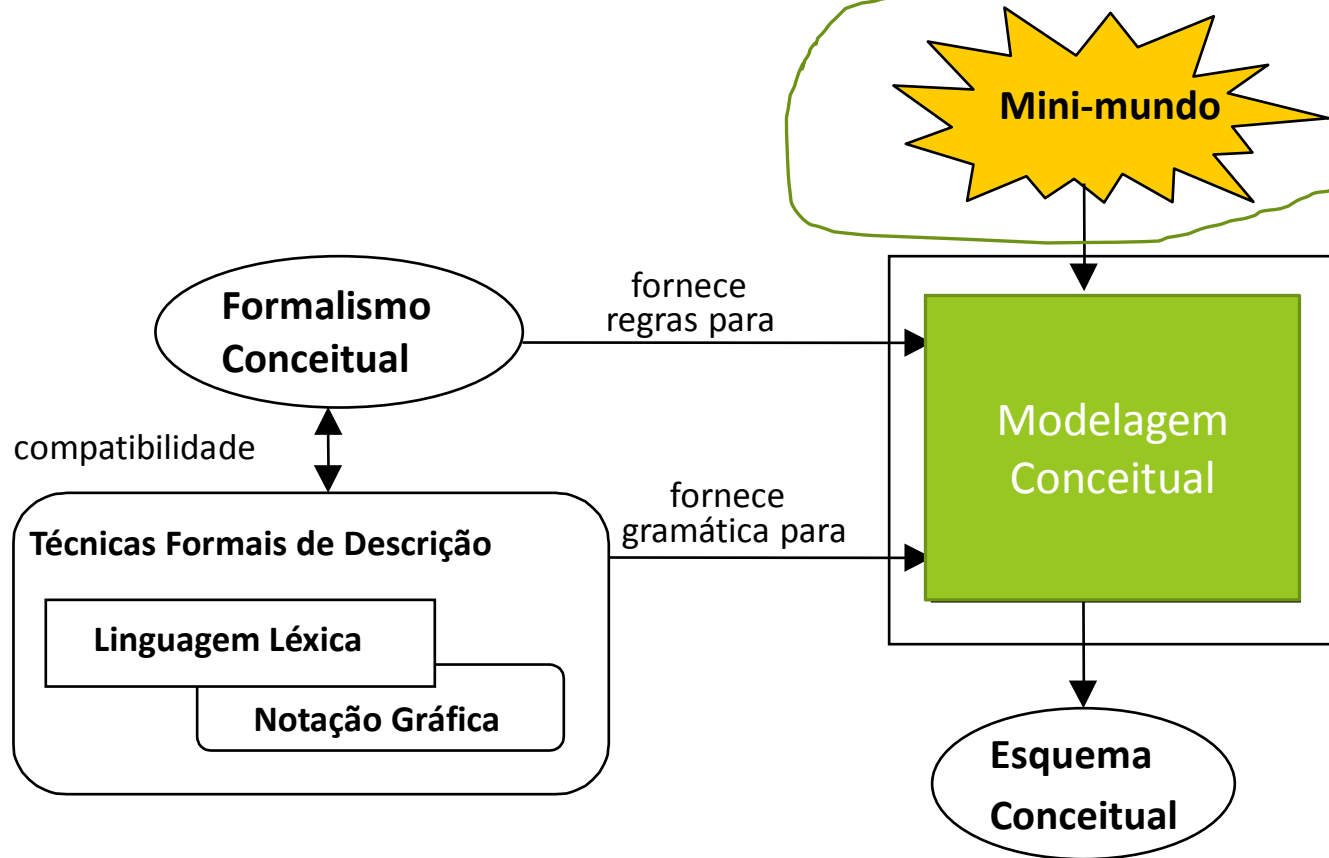
# Conceitos: Modelagem Conceitual

ISO (2002) Geographic information – Reference model. ISO 19101:2002.



# Conceitos: Modelagem Conceitual

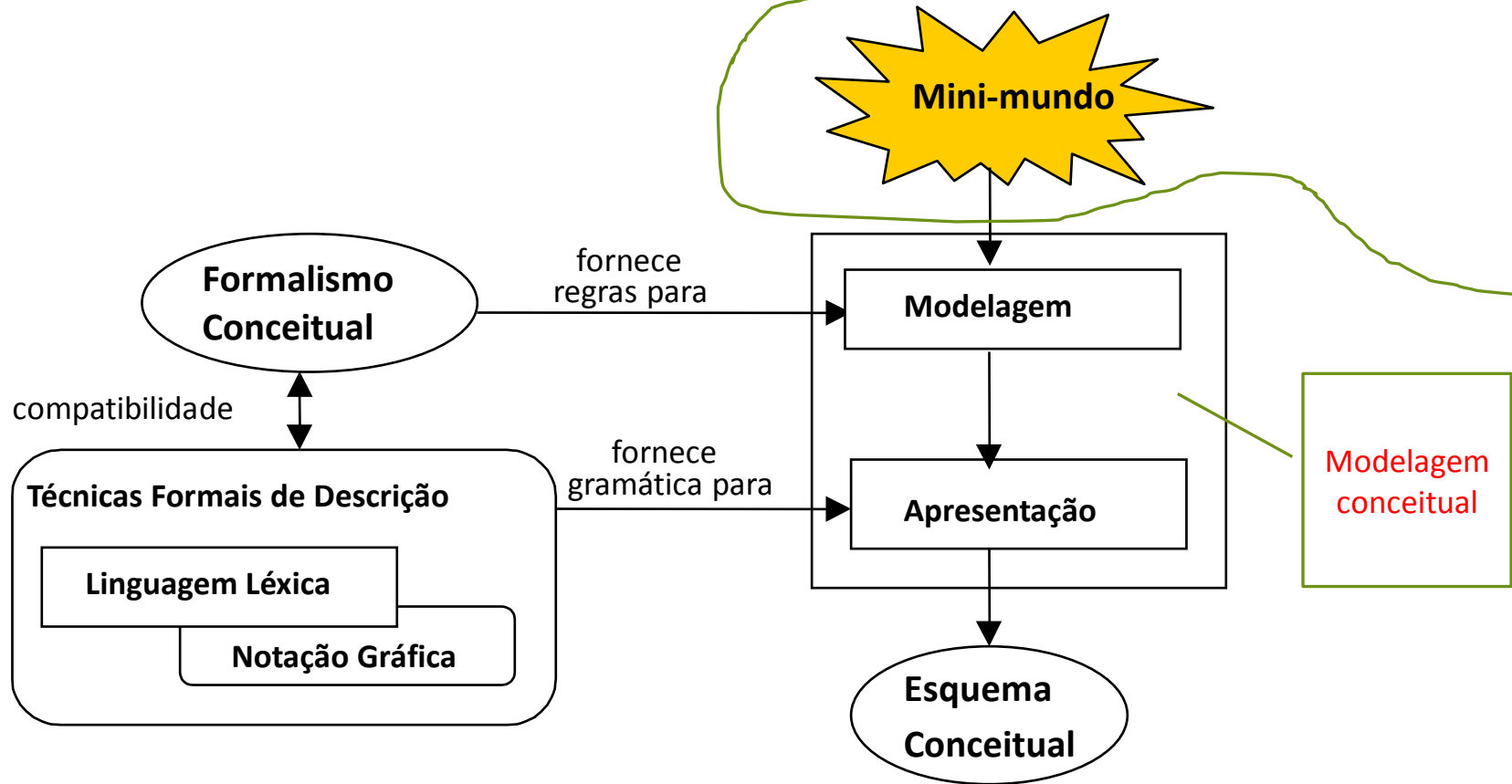
Mundo  
Real



ISO (2002) Geographic information – Reference model. ISO 19101:2002.

# Conceitos: Modelos e Esquemas Conceituais

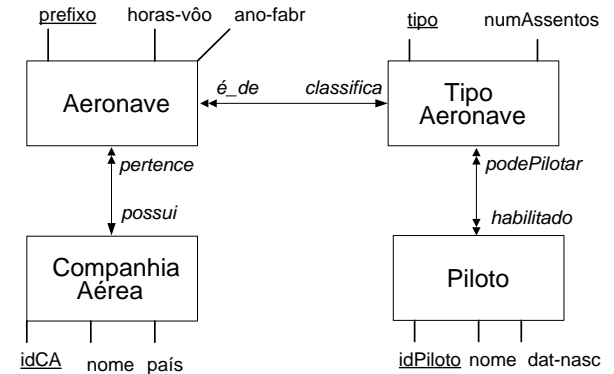
Mundo  
Real



ISO (2002) Geographic information – Reference model. ISO 19101:2002.

# Conceitos: Modelos e Esquemas Conceituais

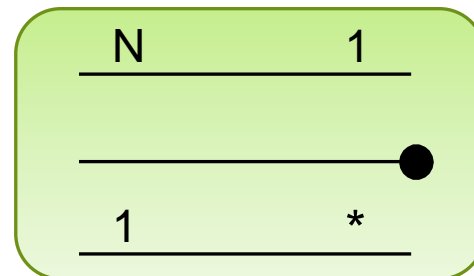
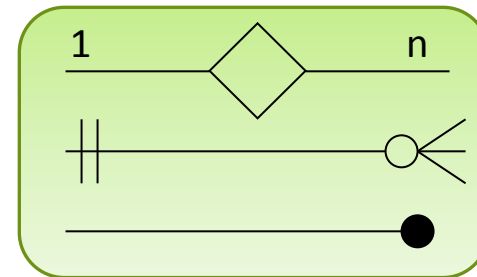
- Principais formalismos
  - Modelo Entidade-Relacionamento (E-R)
  - Modelos Orientados a Objetos (OO)



## Principais linguagens

- E-R
  - Peter Chen
  - James Martin (eng. informações)
  - IDEF1X

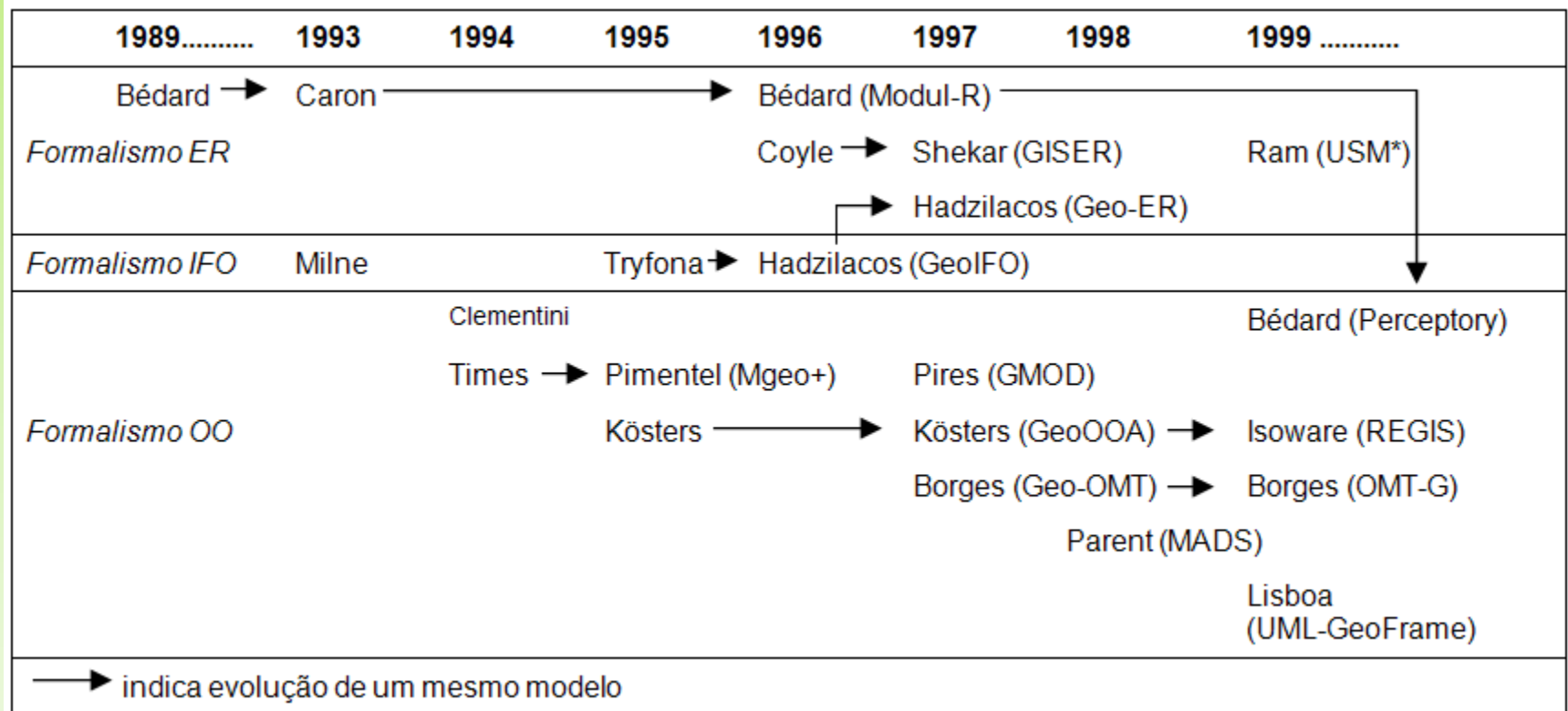
- OO
  - OOA
  - OMT
  - UML





# Evolução cronológica (Lisboa 1999, Bédard 2004)

## Modelos Conceituais para BD Geo

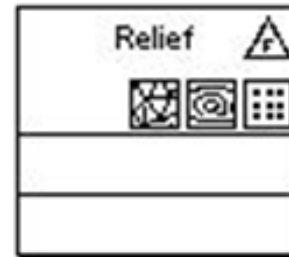


# Evolução cronológica (Pinet 2012)

UML-Geoframe (based on UML)	(Lisboa Filho et al., 1998)		(Lisboa Filho et al., 2007; Rocha et al., 2001)	(Davis and Laender, 1999)		(Stempliuc et al., 2009)
OMT-G based on OMT)	(Borges et al., 1999)	(Borges et al., 1999; Borges et al., 2001)				(Borges et al., 2001)
<b>Formalisms appearing after 2000</b>						
Icons for GIS based on ER-UML)	(Tveite, 2001)					
Semantics data model of spatio-temporal database (based on UML)	(Yazici et al., 2001)				(Sözer et al., 2008; Yazici et al., 2001)	
Multiple Representation Schema Language (based on UML)				(Friis-Christensen and Jensen, 2003; Friis-Christensen et al., 2002)		
T-Omega (based on UML)	(Ben Youssef et al., 2010; Pinet and Lbath, 2003)	(Pinet and Lbath, 2003)				
Conceptual framework for Spatiotemporal data modeling (based on an OO approach)	(Wang et al., 2003)	(Wang et al., 2003)	(Wang et al., 2003)			
ST USM (based on an ER approach)	(Khatri et al., 2004, 2006)		(Khatri et al., 2006)			
GEOUML (based on UML)	(Belussi et al., 2004)	(Belussi et al., 2006)				(Belussi et al., 2004)
GIS-UML profil (based on UML)	(Miralles and Libourel, 2008; Miralles et al., 2009a)				(Miralles, 2006)	
ChronoGeoGraph (basé sur une approche ER)	(Gubiani and Montanari, 2007)	(Gubiani and Montanari, 2008)	(Gubiani and Montanari, 2007)	(Gubiani and Montanari, 2008)		

# Modelos Conceituais para BD Geo

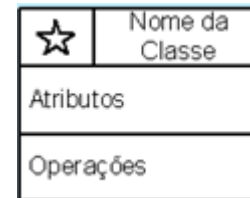
- UML-GeoFrame [Lisboa Filho]



- Modelo da Perceptory [Bédard]

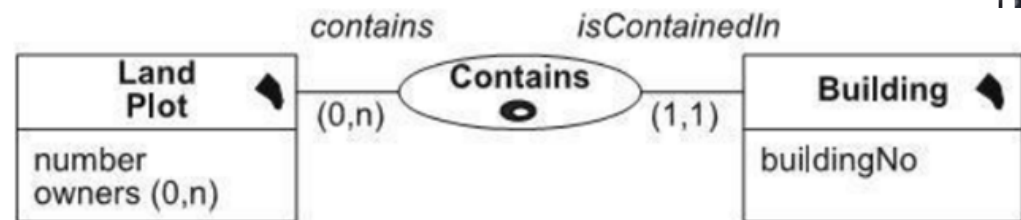
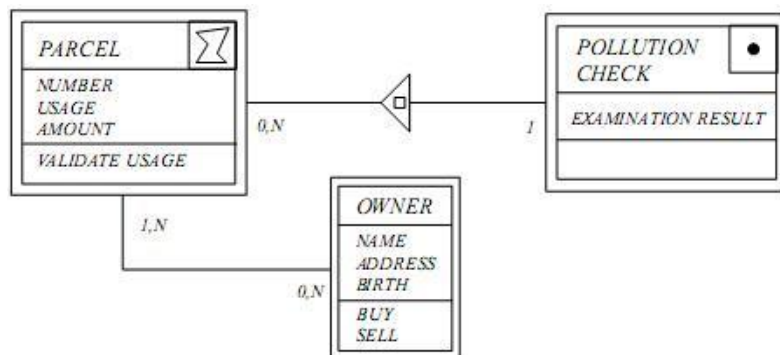


- OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*) [Borges]

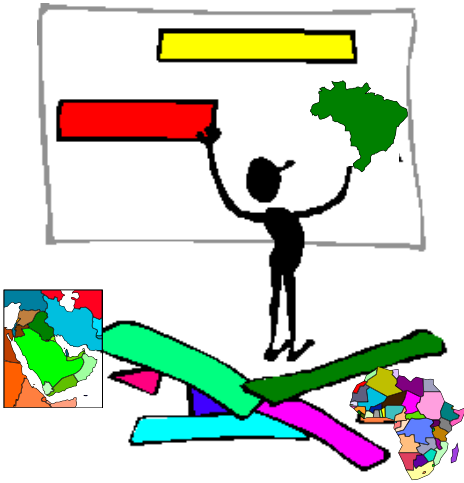


- GeoOOA (Geo Object-Oriented Analysis) [Kosters]

- MADS (*Modeling of Application Data with Spatio-temporal features*) [Parent]



# Modelo UML-GeoFrame



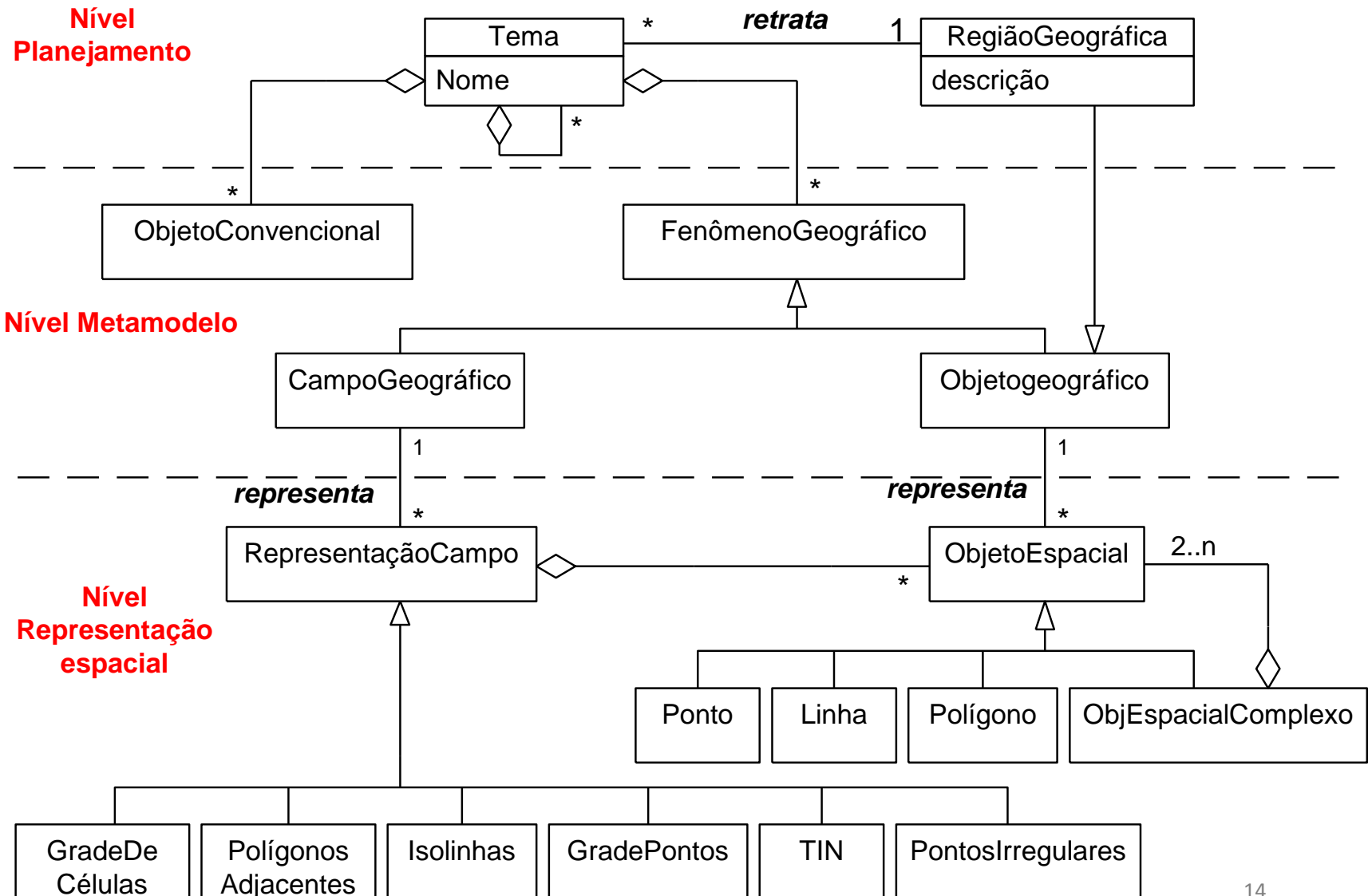
# GeoFrame

*Um framework conceitual para BDGeo*

- **Conceito de framework na Engenharia de Software**
  - Um projeto genérico que é útil como um molde para construção de sistemas.
  - Mecanismo de reutilização.
  
- **GeoFrame**
  - Um framework projetado para **modelagem conceitual de BD geográficos**.
  - Expressa a ideia de um esquema conceitual inicial para uma família de aplicações geográficas.

# GeoFrame

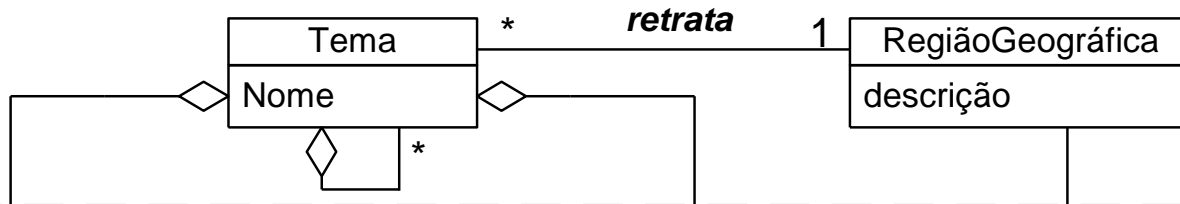
Um framework conceitual para BDGeo



# GeoFrame

*Um framework conceitual para BDGeo*

**Nível  
Planejamento**

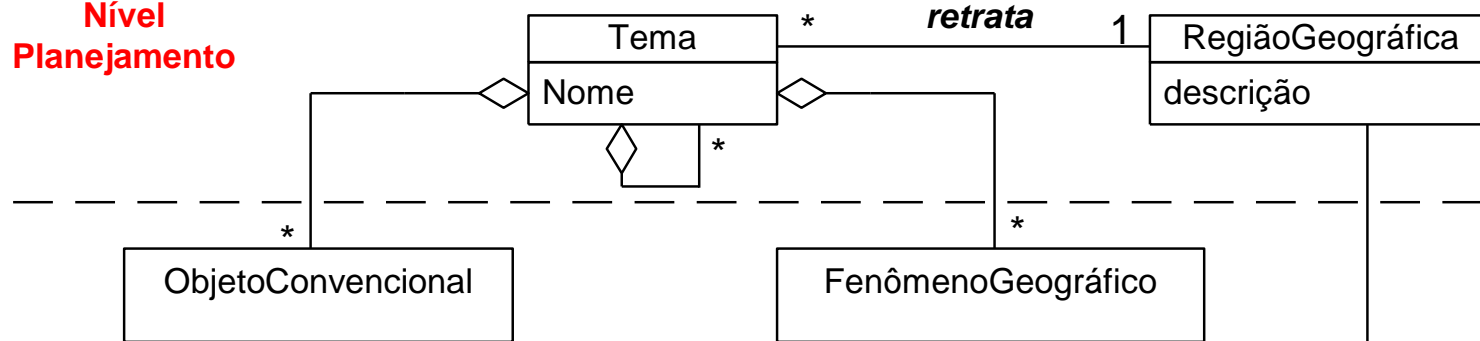


Nível Planejamento

# GeoFrame

*Um framework conceitual para BDGeo*

**Nível Planejamento**



**Nível Metamodelo**

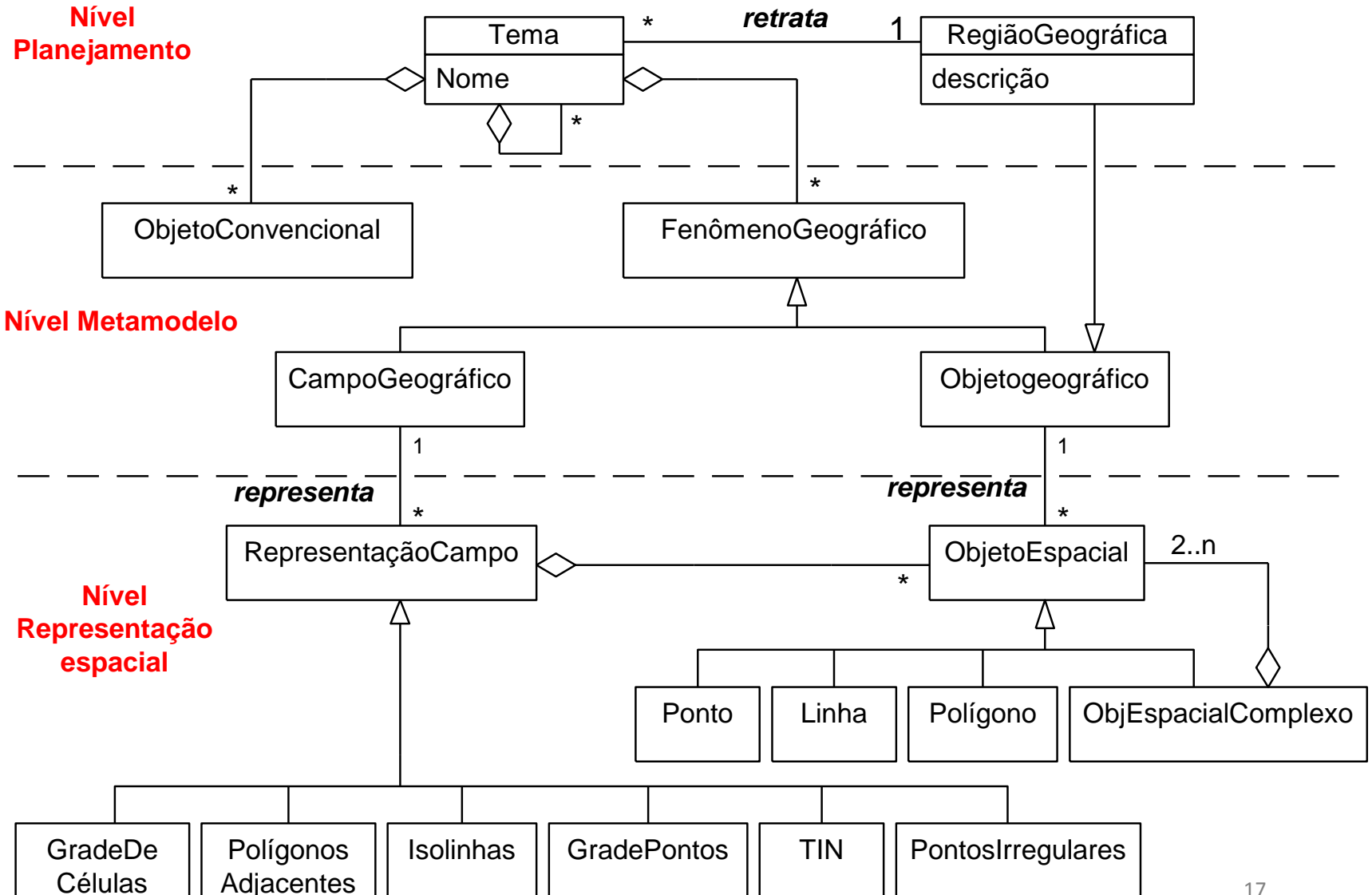


Nível Metamodelo



# GeoFrame

Um framework conceitual para BDGeo



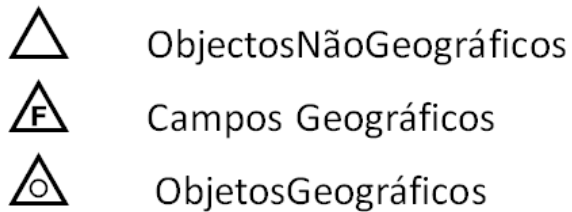
# Metodologia UML-GeoFrame

- **Passo 1:**
  - Identificar **temas** (e sub-temas) para cada área geográfica.
- **Passo 2:**
  - Para cada tema, elaborar o **diagrama de classes**.
  - Associar classes de diferentes temas.
- **Passo 3:**
  - Análise e modelagem do **componente espacial** de cada fenômeno geográfico (campos e objetos).
- **Passo 4:**
  - Análise e modelagem dos **relacionamentos espaciais**.
- **Passo 5:**
  - Análise e modelagem dos **aspectos temporais**.

# UML - *Unified Modeling Language* + GeoFrame

- Estereótipo: mecanismo de extensão da UML

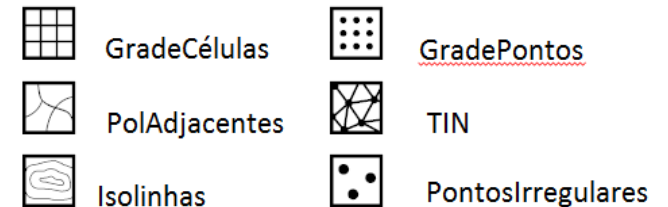
## Estereótipos de Generalização



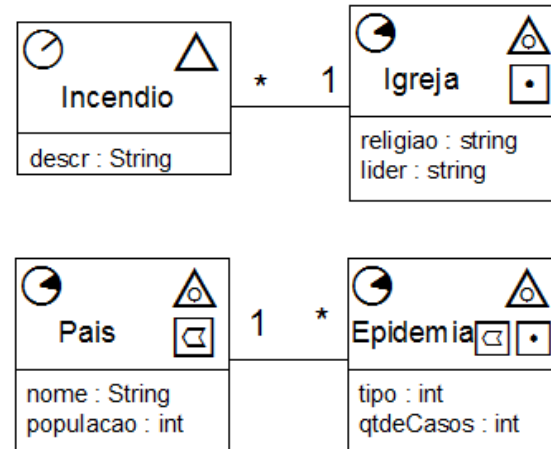
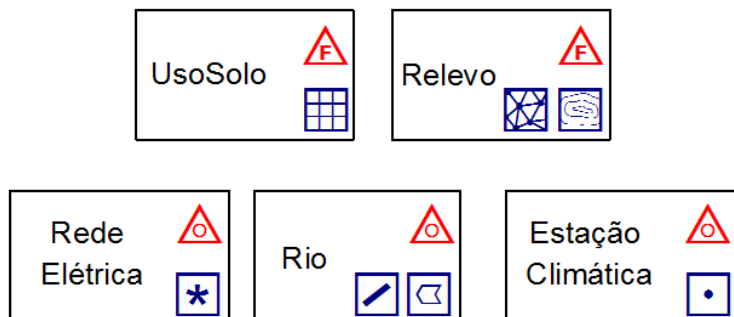
## ObjetoEspacial



## RepresentaçãoCampo



## Ex.: Classes UML-GeoFrame

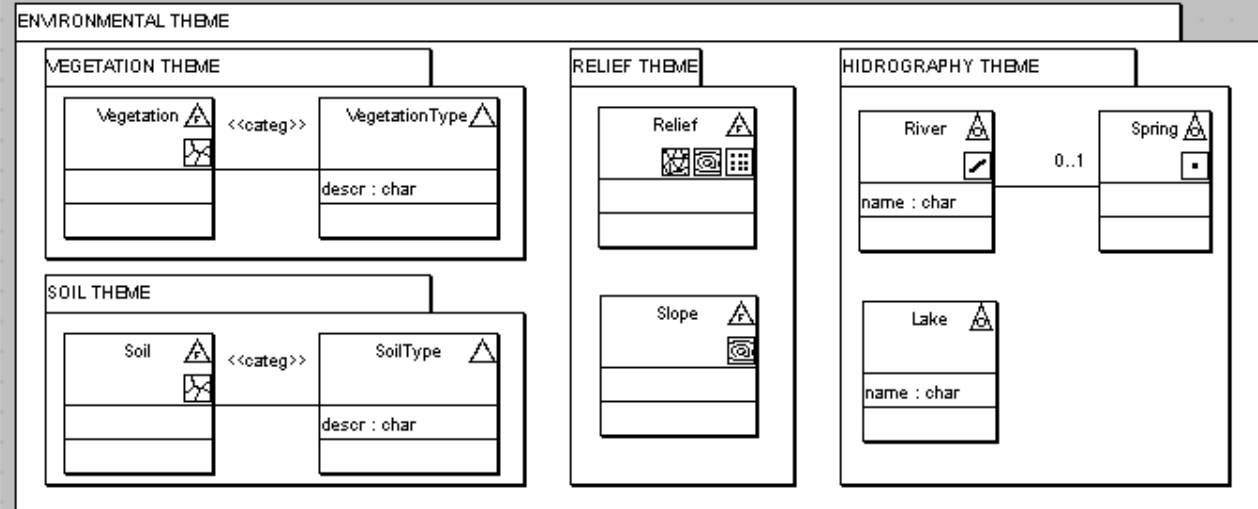
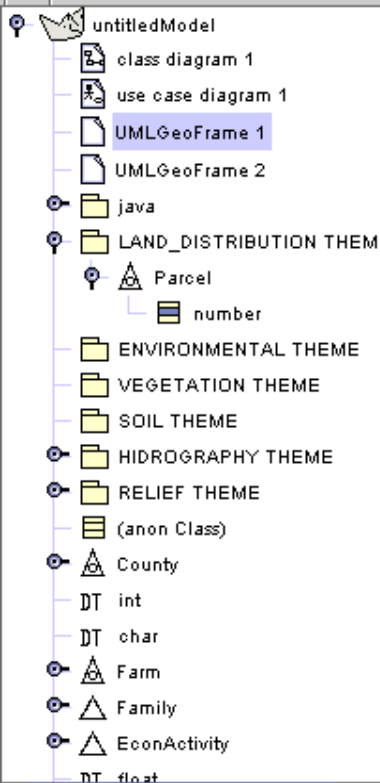


# ArgoCaseGeo

**Ferramenta CASE** para o modelo  
UML-GeoFrame

## ArgoCaseGeo (DPI/UFV, 2004)

- MGAs para Shapefile, TerraLib e Oracle Spatial
- suporte para Padrões de Análise
- <http://www.dpi.ufv.br/projetos/argocasegeo>



As Diagram

By Priority 22 Items

- High
- Medium
- Low

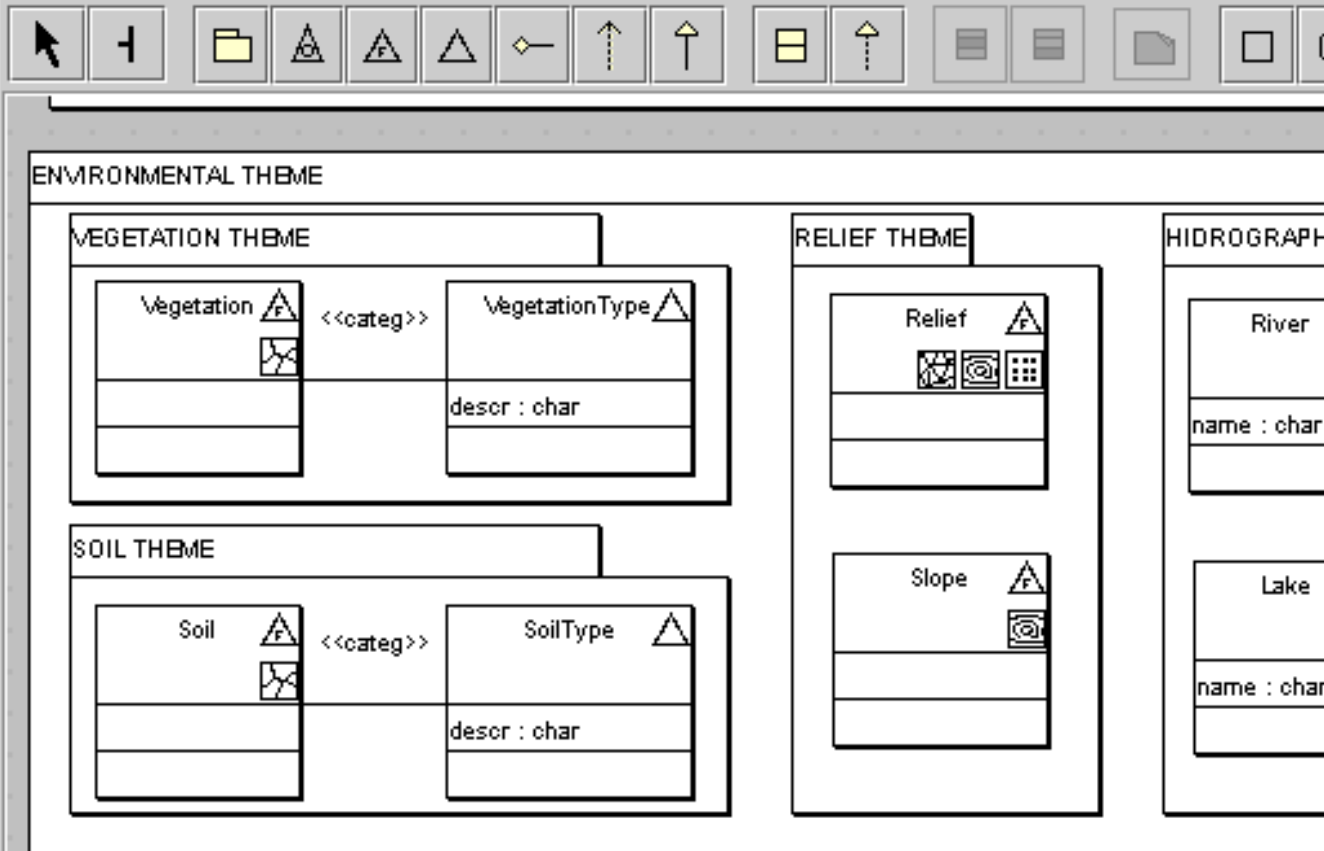
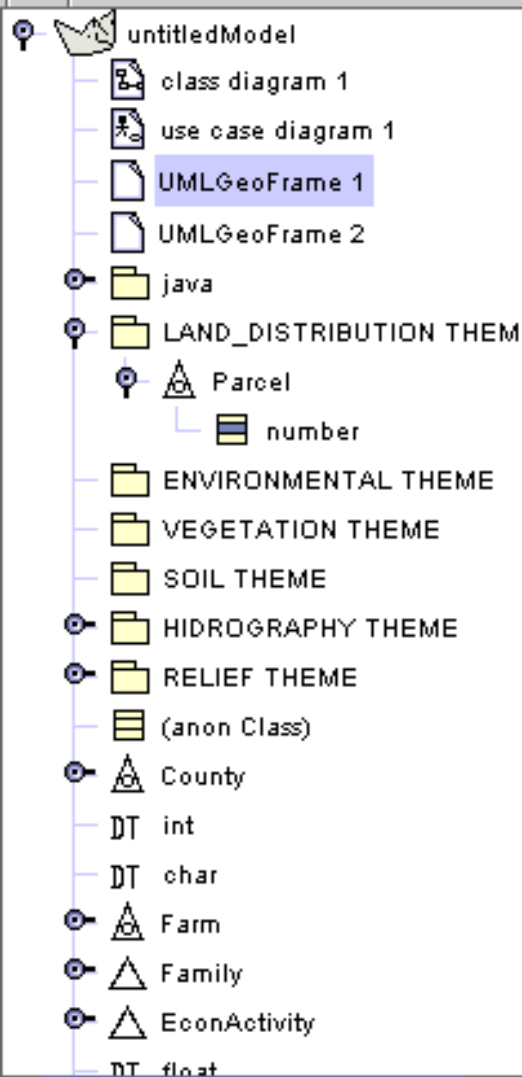
ToDo Item Properties Documentation Style Source Constraints Tagged Values Checklist

No ToDoItem selected

# ArgoCASEGEO

Back Next Finish Help

Package-centric



ArgoCASEGEO

As Diagram

By Priority 22 Items

High

ToDo Item

Properties

Documentation

Style

Source

Constraints

Tagged Val

No ToDoItem selected

# Exemplo: Estudo de Caso

## Problema Hipotético de Reforma Agrária

**Desenvolver um SIG para auxiliar no planejamento da divisão de terras:**

Requisitos de dados (descrição do minimundo):

Cada família de trabalhador rural recebe um **lote**, que pode variar de tamanho, conforme existência de: **benfeitorias, áreas cultivadas, pastagens, estradas vicinais, galpões, habitações** ou ainda **nascentes, riachos, represas, vegetação nativa**, etc.

Outros fatores importantes: **relevo, solo e vegetação**.

Por último, devem ser consideradas **leis ambientais**, como **APP** (topo de morro), áreas com grande **declividade** ou próximas a **recursos hídricos** (lagos e rios).

# Estudo de Caso: Problema Hipotético de Reforma Agrária

## Passo 1:

Identificar **temas (e sub-temas)** para cada área geográfica.

Município: RegiaoGeografica

MeioAmbiente

Clima

Hidrografia

Relevo

Vegetacao

Solo

Propriedades

Armazens

AreasCultivo

ViasDe  
Acesso

Leis  
Ambientais

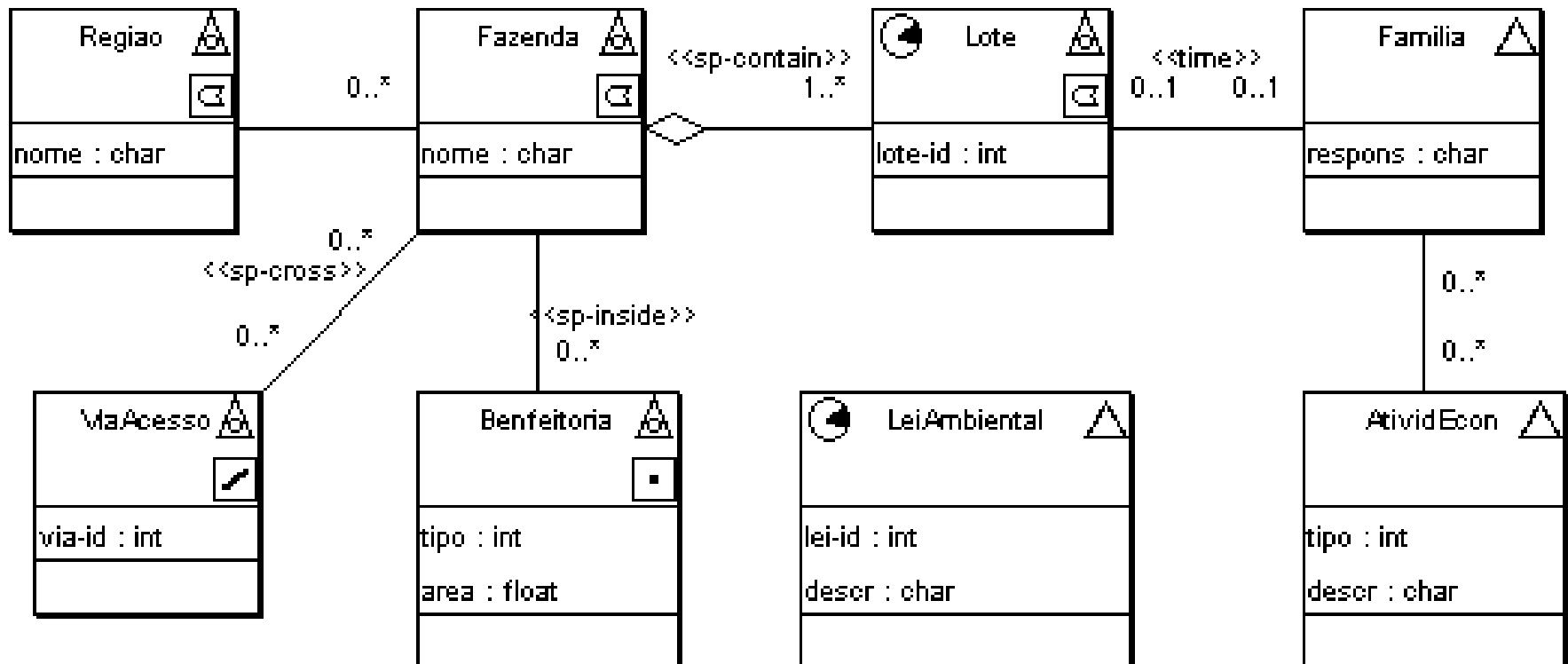


# Estudo de Caso: Problema Hipotético de Reforma Agrária

## Passo 2:

Para cada tema, elaborar o **diagrama de classes**

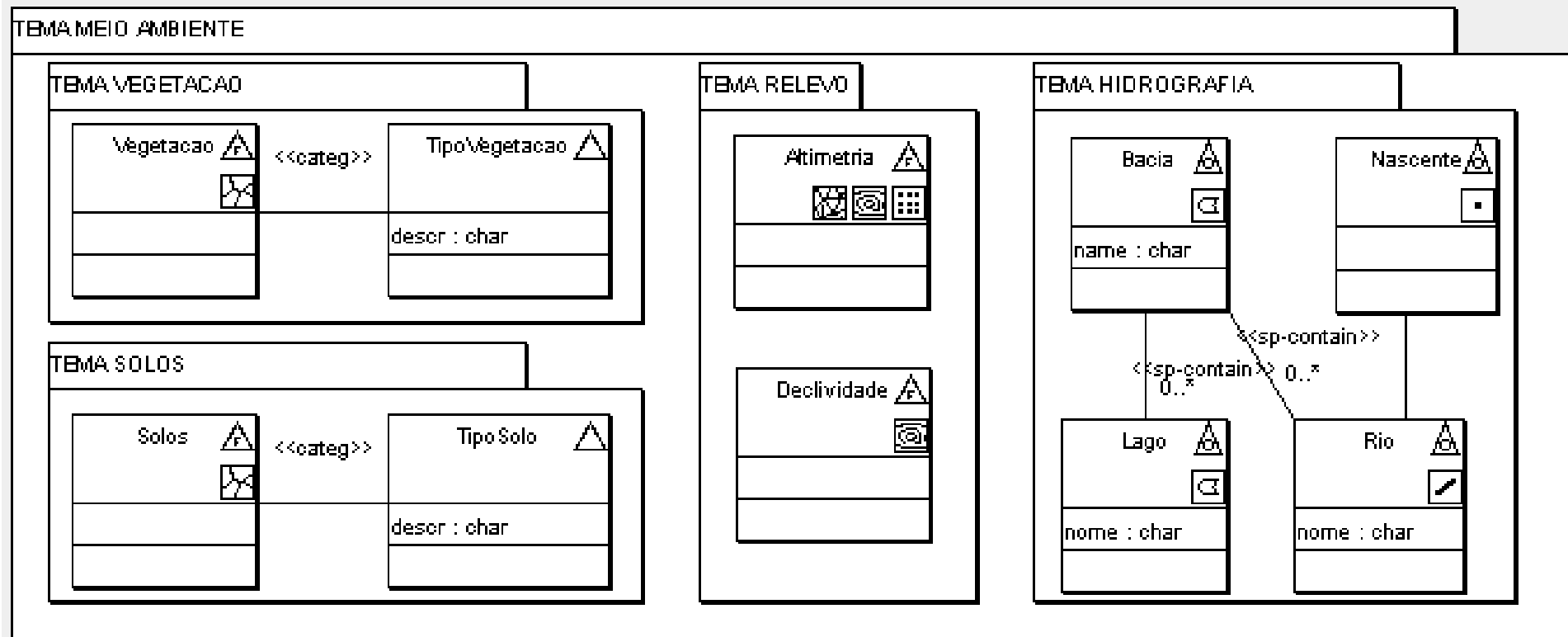
TEMA DISTRIBUICAO TERRA



# Estudo de Caso: Problema Hipotético de Reforma Agrária

## Passo 2: (cont.)

Para cada tema, elaborar o **diagrama de classes**



# Estudo de Caso: Reforma Agrária

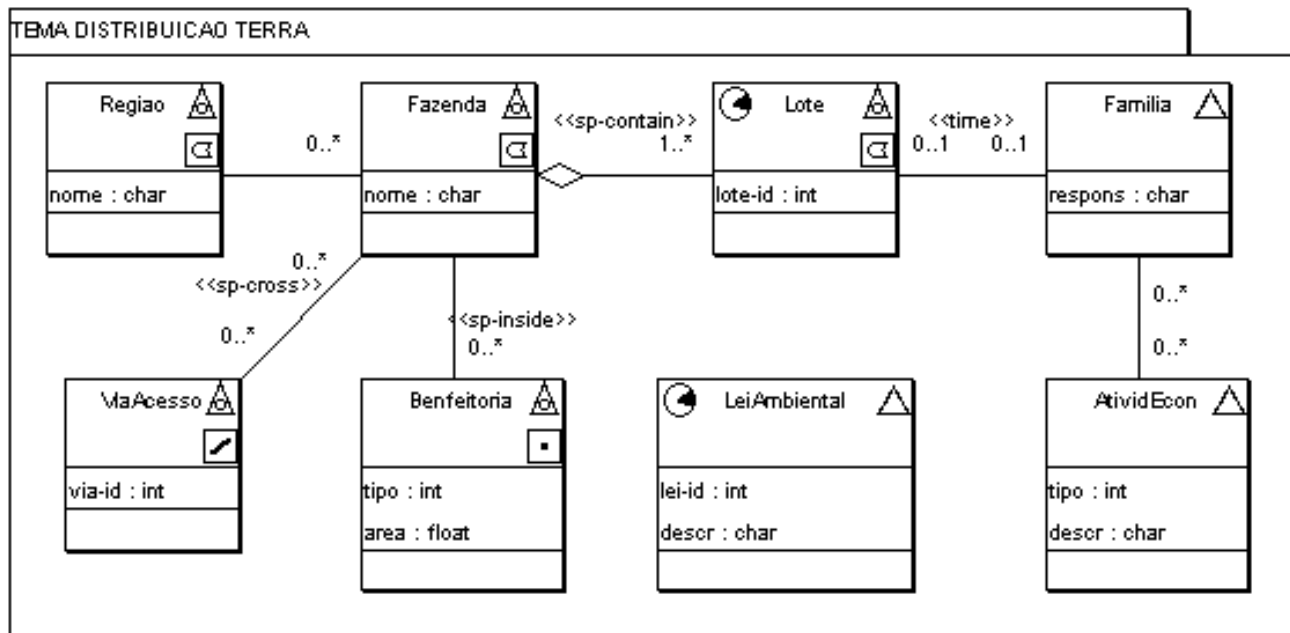
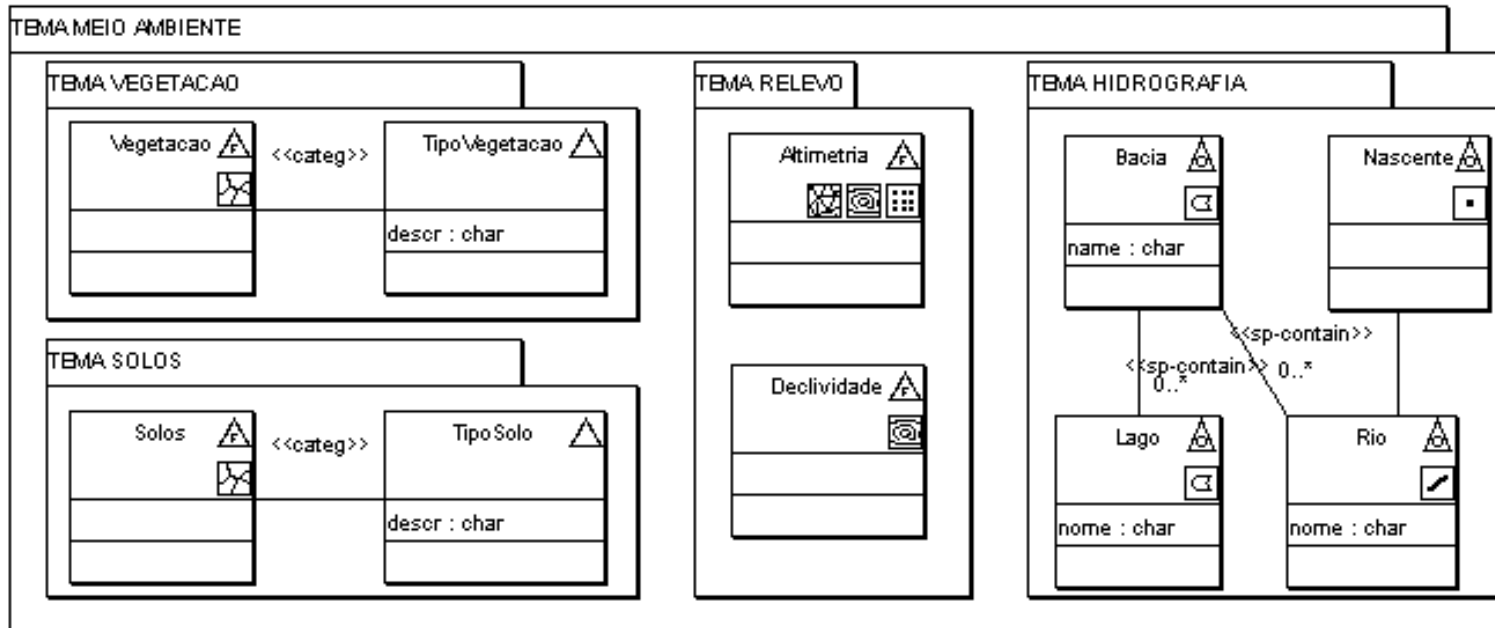


Diagrama Final



**Um novo caminho.....**

**Perfil UML**

**GeoProfile**

**Principais características**

- UML 2.0
- Indepe de Ferramenta CASE
- Abordagem MDA

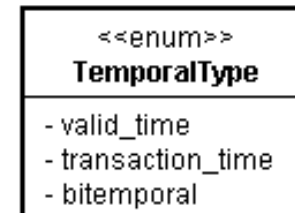
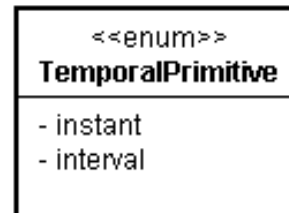
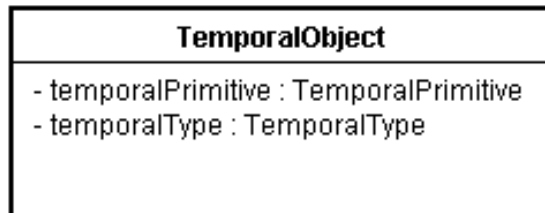
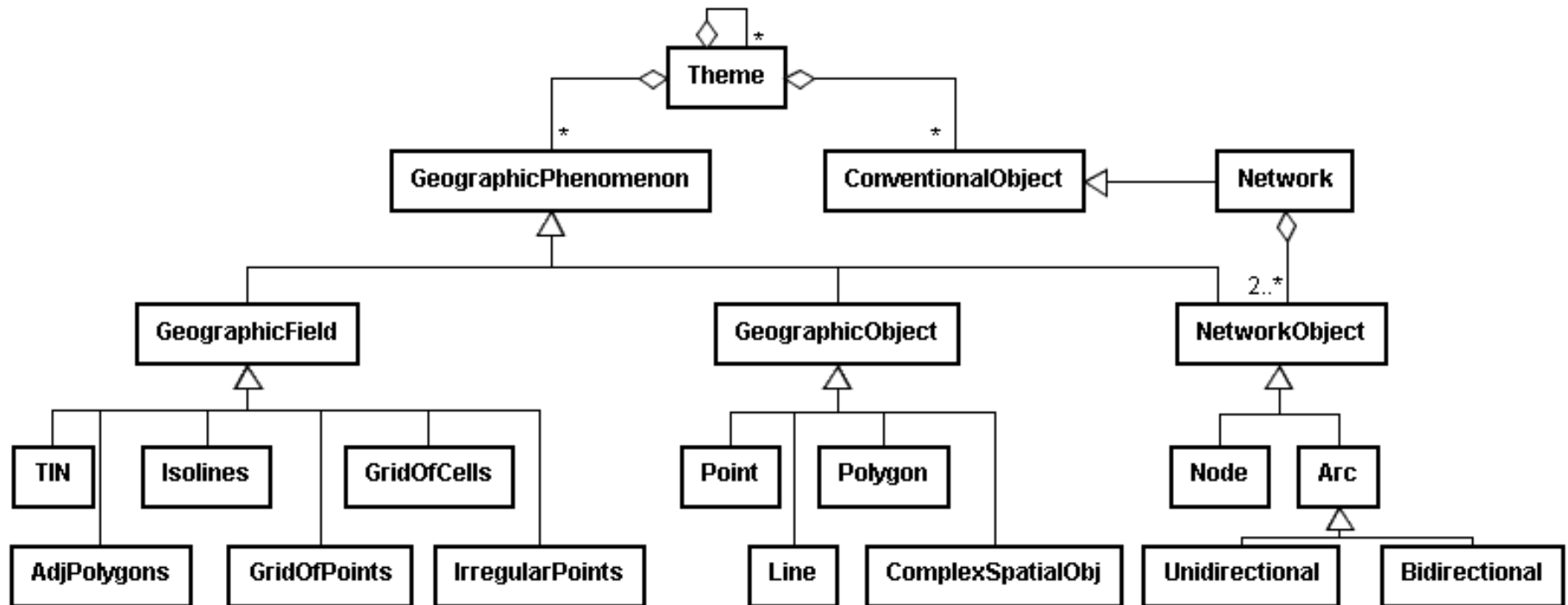
- Permite a extensão e adaptação da linguagem UML a diversas finalidades.
  - Isso inclui a capacidade de adequá-la a diferentes domínios.
- Mecanismos de extensão:
  - Estereótipos;
  - *Tagged values*;
  - *Constraints*.

- Perfil UML:
  - É o conjunto dos mecanismos de extensão da UML agrupados em um pacote UML estereotipado como `<<profile>>`.

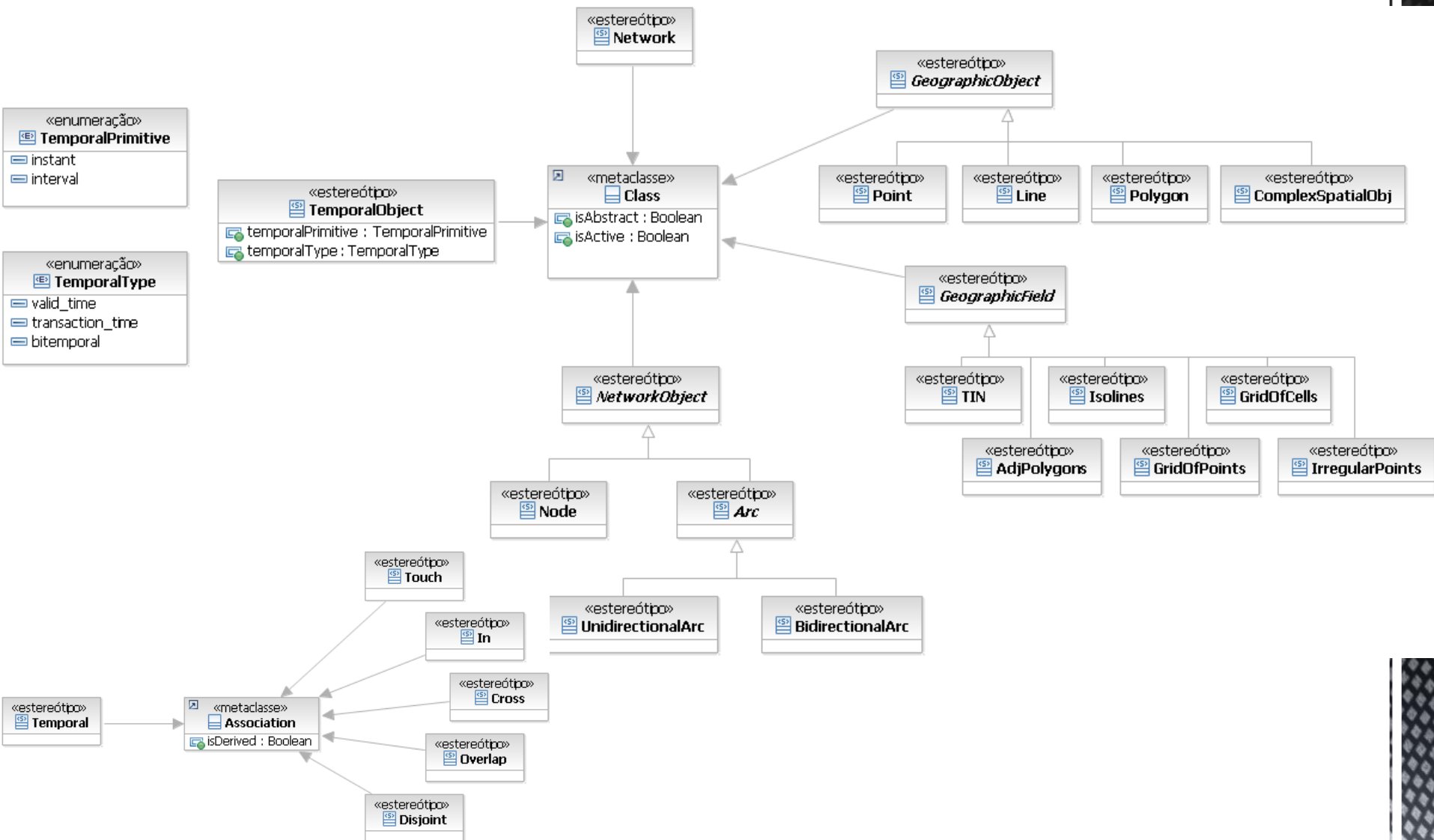
# Perfil UML

- Passos para definição de um Perfil UML:
  1. Definir o Metamodelo;
  2. Criar os Estereótipos;
  3. Especificar as Restrições.

# Perfil GeoProfile: Metamodelo



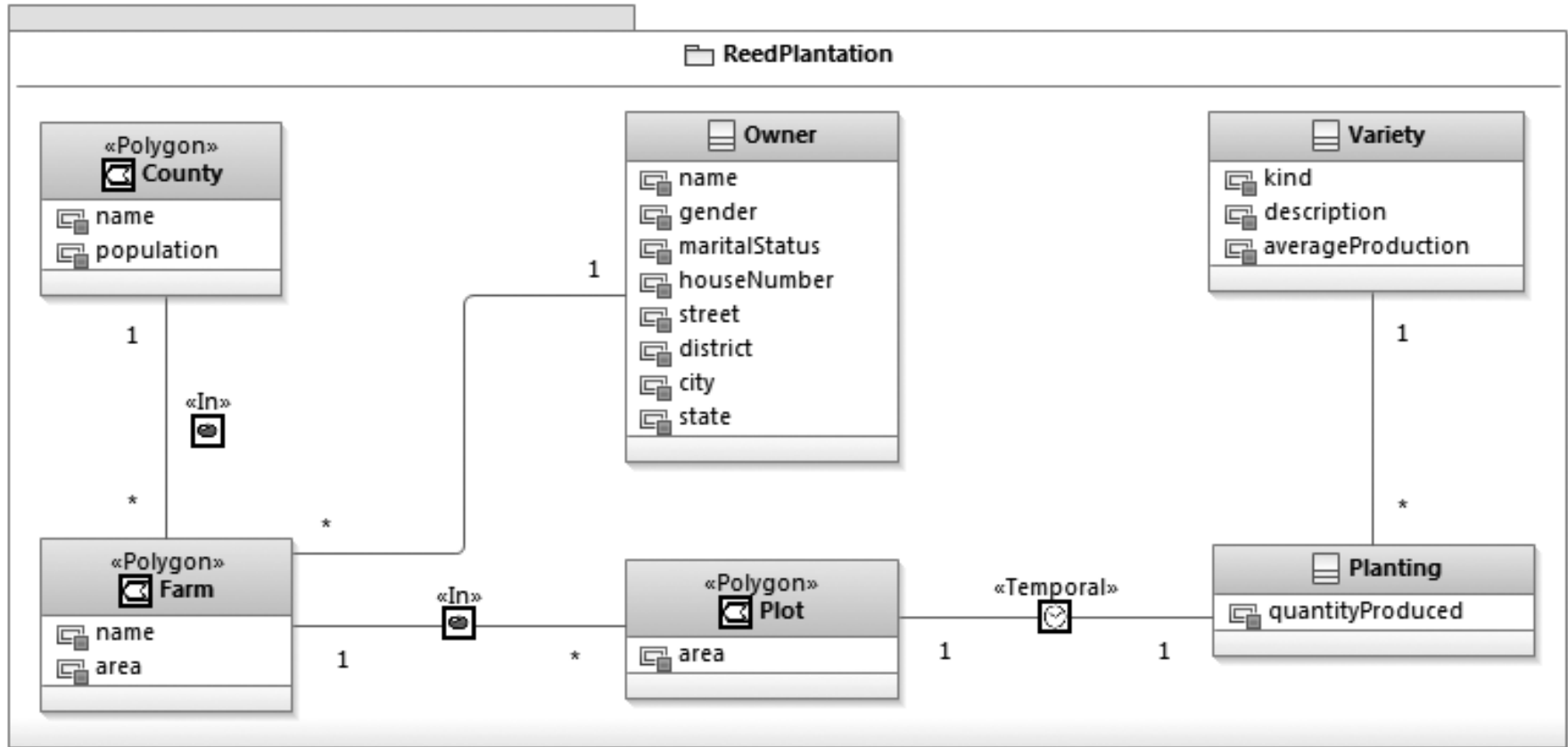
# Perfil GeoProfile: Estereótipos





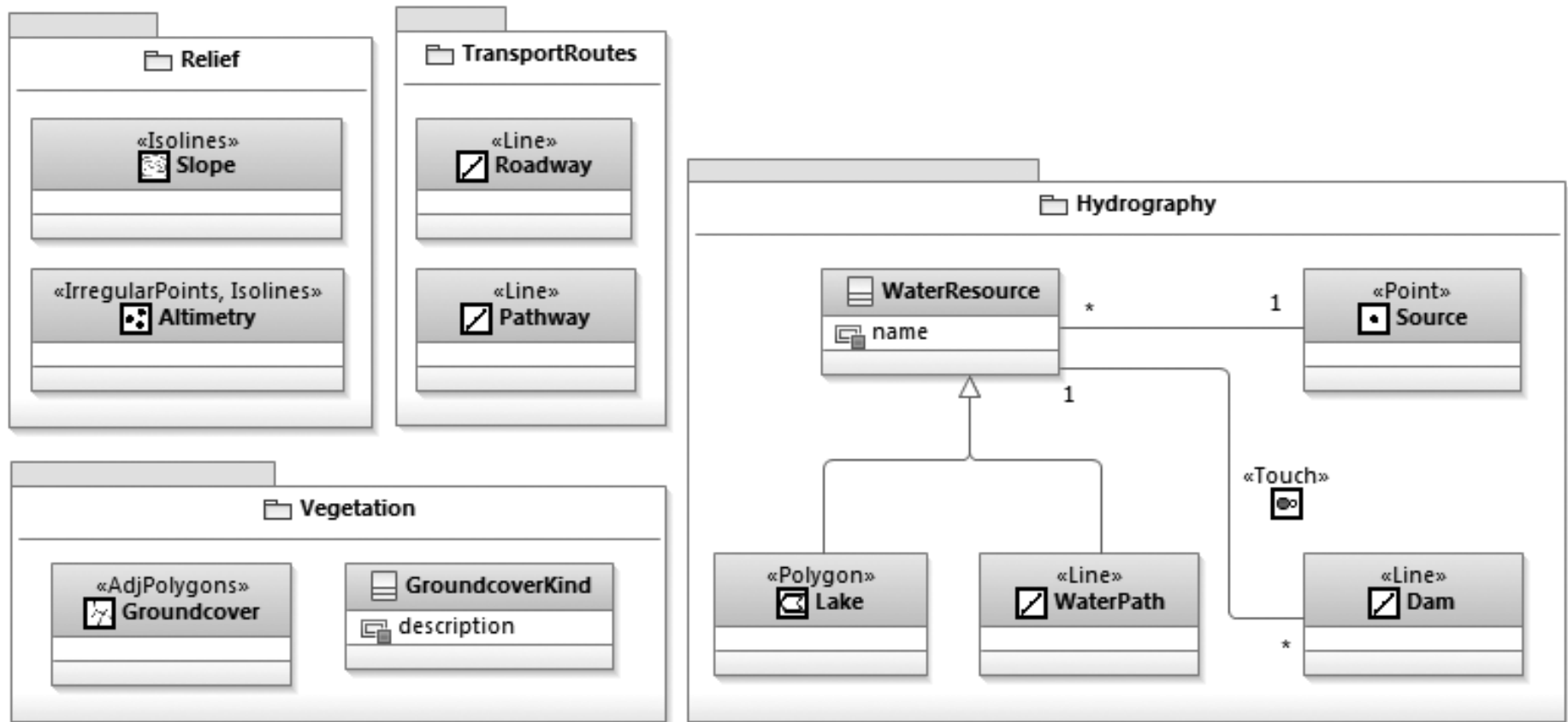
# Perfil GeoProfile: Exemplo usando “UML-GeoFrame”

- CASE RSM (Rational Software Modeler 2010) by IBM®.



# Perfil GeoProfile: Exemplo usando “UML-GeoFrame”

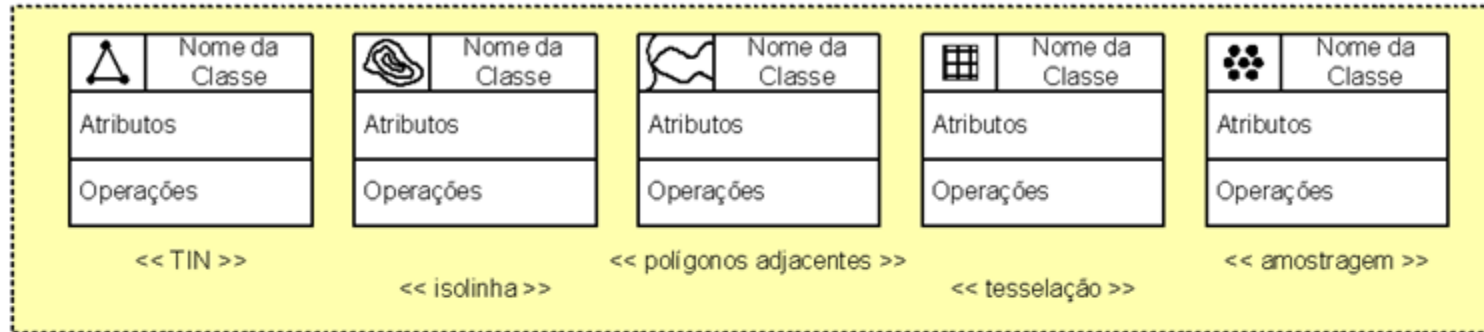
- CASE RSM (Rational Software Modeler 2010) by IBM®.



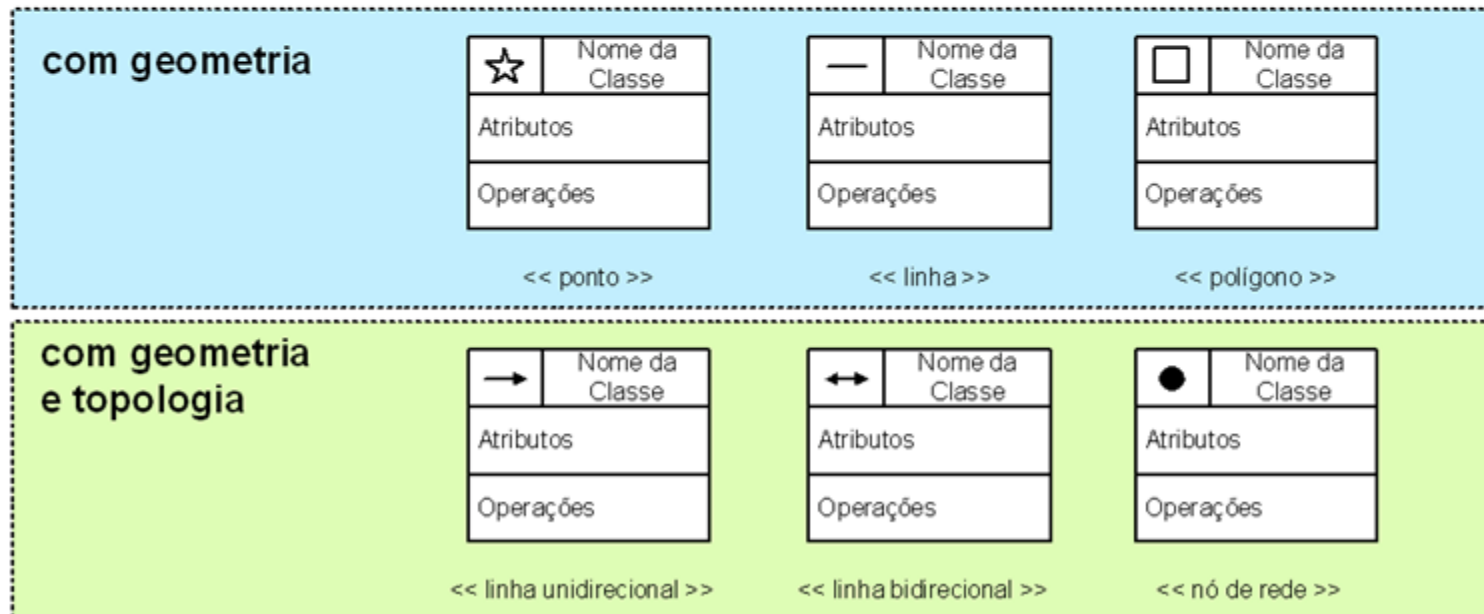
# Perfil GeoProfile: Exemplo usando "OMT-G"

- Modelo OMT-G (Borges 2001)

## GEO-CAMPO



## GEO-OBJETO



Toolbox

More tools...

**Associações Espaciais OMT-G**

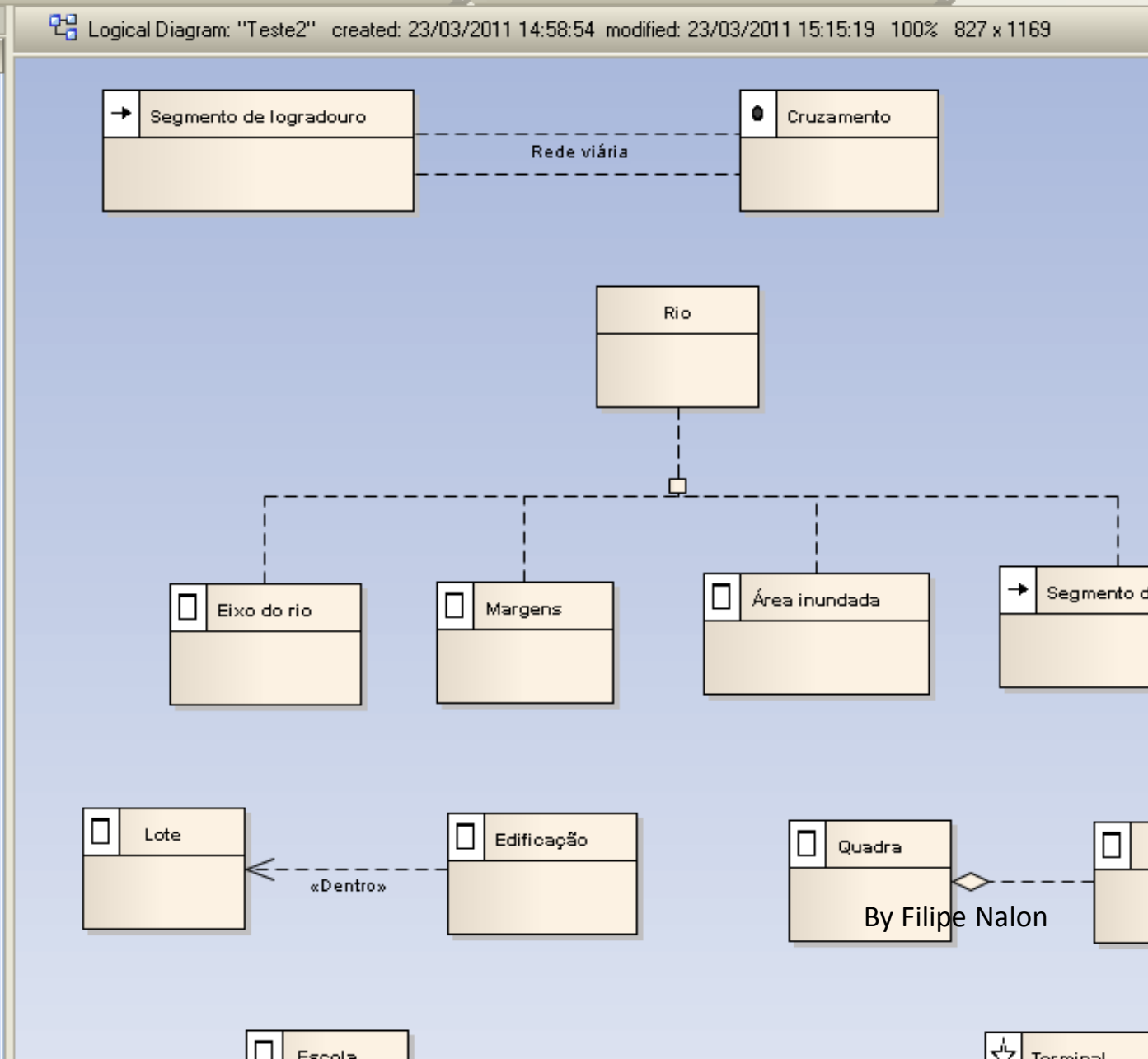
- Cruza
- Dentro
- Disjunto
- Em frente
- Igual
- Próximo
- Sobrepõe
- Toca

**Classes OMT-G**

- Amostras
- Isolinha
- Linha bidirecional
- Linha unidirecional
- Linha
- Nó de rede
- Polígono
- Ponto
- Subdivisão planar
- Tesselação
- TIN

**Generalização OMT-G**

- Generalização conceitual
- Parcial disjunta
- Parcial sobreposta
- Total disjunta
- Total sobreposta



# Perfil UML em ferramentas comerciais



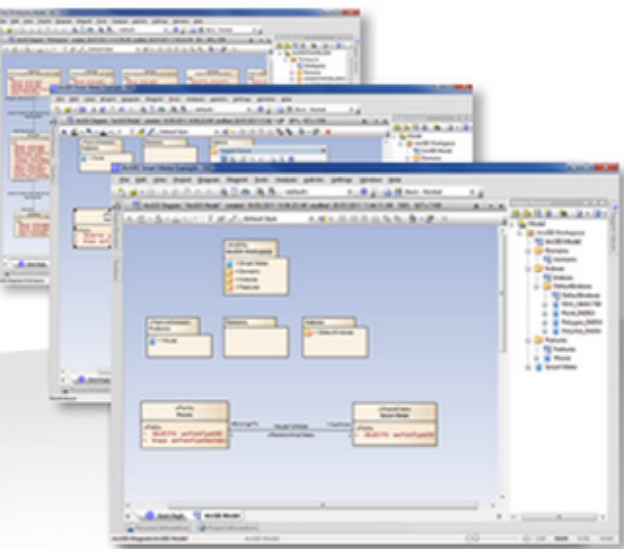
The screenshot shows the Sparx Systems website. The top navigation bar includes 'Products', 'Resources', 'Trainers', 'Forum', 'Support', 'Services', 'Registered Users', 'UML Tutorial', and 'About Us'. The 'UML Tutorial' link is highlighted in orange. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads: 'Products > Enterprise Architect > ArcGIS Geodatabase Design with UML'. The main content area features a large image of the Enterprise Architect software interface displaying a UML class diagram. To the right of the image, the text reads: 'ArcGIS™ Geodatabase Design with UML' in large blue font, followed by 'Geodatabase design using open standards'. Below this, a paragraph states: 'Enterprise Architect supports the design of geodatabases for the ArcGIS 10.0 suite of tools developed by Esri Inc.' A 'Key Tools:' section lists five features with green checkmarks: 'UML profile for ArcGIS', 'New ArcGIS diagram type and toolbox support', 'Model Pattern for ArcGIS Workspaces', 'Quick Linker to help build valid ArcGIS schemas', and 'Generate ArcGIS 10.0 schemas in XML'. A fifth item, 'Reverse engineer legacy geodatabases in UML', is partially visible. On the left side of the page, there is a sidebar with the Sparx Systems logo, 'Enterprise Architect' product name, 'Current Release' information (Version 9.3, Build 932, 24-April-2012), a green download arrow icon for 'Enterprise Architect Trial', and a 'Products' list including 'Enterprise Architect', 'Eclipse Integration', 'Visual Studio Integration', 'UPDM Technology', 'SysML Technology', 'DDS Technology', 'DOORS Link', and 'Additional Addins'. Below the products list is another 'Enterprise Architect' section with links for 'Overview', 'Pricing & Purchasing', and 'Compare Editions'. At the top right of the website, there is a search bar and navigation links for 'Sparx Systems' and 'EA User Guide'.

# Perfil UML em ferramentas comerciais



Products Resources Trainers Forum Support Services Registered Users **UML Tutorial** About Us

Products Enterprise Architect ArcGIS Geodatabase Design with UML



## ArcGIS™ Geodatabase Design with UML

### Geodatabase design using open standards

Enterprise Architect supports the design of geodatabases for the ArcGIS 10.0 suite of tools developed by Esri Inc.

#### Key Tools:

- ✓ UML profile for ArcGIS
- ✓ New ArcGIS diagram type and toolbox support
- ✓ Model Pattern for ArcGIS Workspaces
- ✓ Quick Linker to help build valid ArcGIS schemas
- ✓ Generate ArcGIS 10.0 schemas in XML
- ✓ Reverse engineer legacy geodatabases in UML

# Principais Conclusões

- Modelos conceituais específicos para um domínio serão naturalmente estendidos com o uso de Perfil UML.
- Projetistas ficam livres da “ditadura” das ferramentas CASE.
- Interoperabilidade entre esquemas conceituais.
- Cada equipe pode “ver” o esquema com o “modelo” que preferir.
- Transformações Conceitual-Lógico via MDA.

# MundoGEO#Connect LatinAmerica 2012

29 a 31 de Maio | São Paulo (SP) Brasil



## SEMINÁRIO QUALIDADE DE DADOS GEOESPACIAIS

Modelagem e integração de dados espaciais e não espaciais

# Obrigado

**Jugurta Lisboa Filho**

jugurta@ufv.br

<http://www.dpi.ufv.br/~jugurta>



Universidade Federal de Viçosa



Departamento de Informática