

SOLAP+:

Extending the Interaction Model

Ruben Miguel Rebelo Jorge

Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa



SOLAP+ (2009)

Introdução

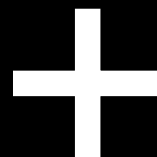
Modelos Anteriores

Extensão

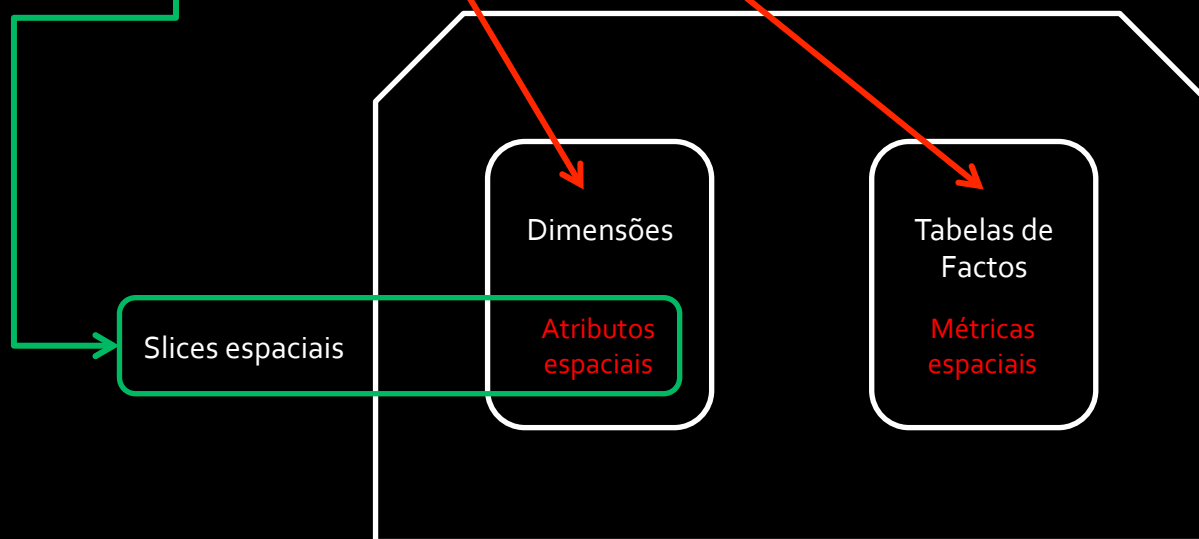
Arquitetura / Implementação

Conclusão

Dados Geográficos



Sistemas OLAP



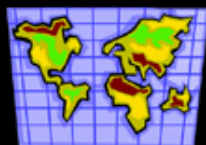
Modelo Multidimensional



Spatial OLAP (SOLAP) (Bédard, 1997)

Ferramenta de análise multidimensional

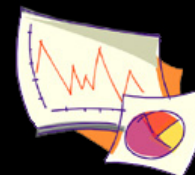
- Simples e eficaz
- Integra informação espacial no mundo OLAP
- Dispõe de displays:



Cartográficos

Name	Crime Rate (%)	Dist. Point X (Km)	(hf)
Setúbal	58.7		9.74
Palmela	46.9		11.16
Montijo	45.3		20.22
Moita	39.2		29.18
Barreiro	38.7		29.94
Alcochete	40.6		30.17
Seival	33.7		33.63

Tabulares

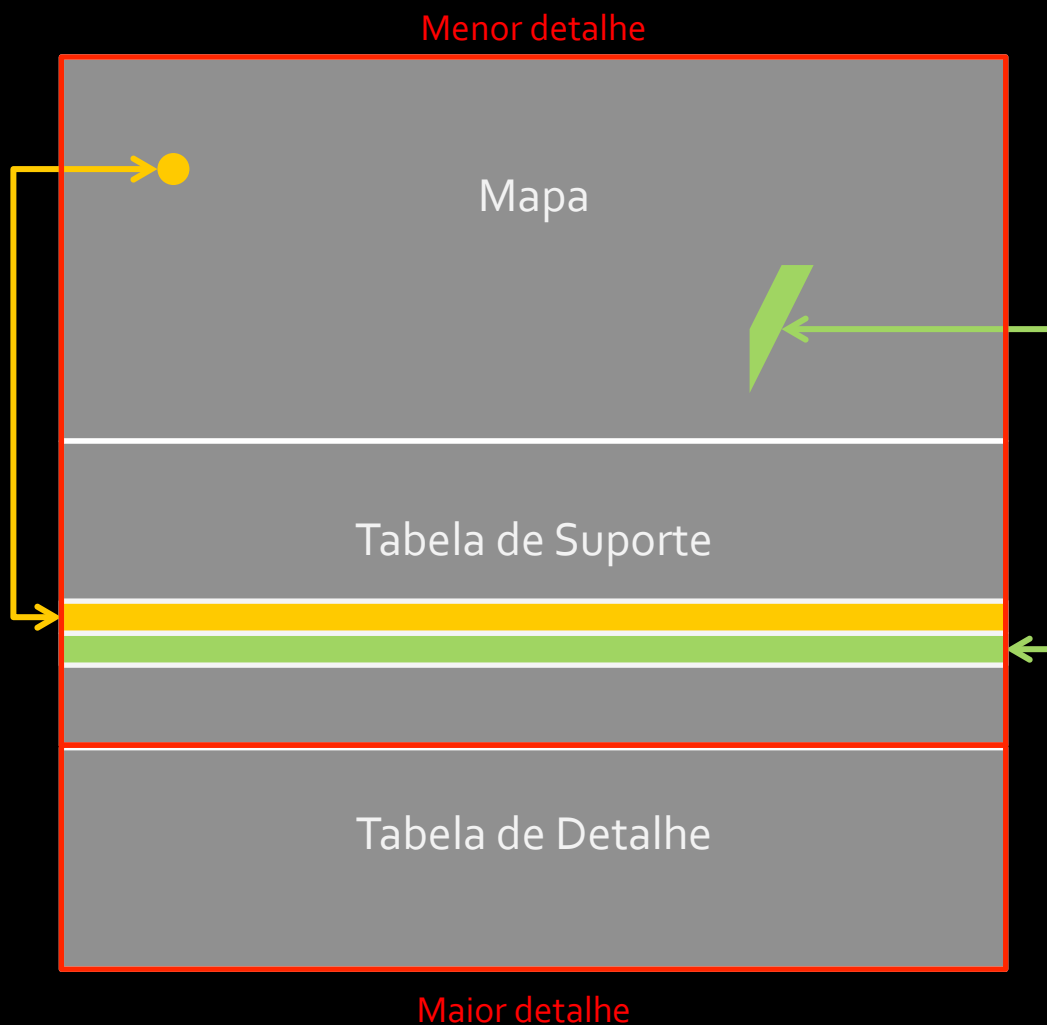


Diagramas

Modelos genéricos para interacção SOLAP?



Modelo de Interação Genérico SOLAP



- Dois níveis de granularidade simultâneos
- Mantém relação de 1:1 entre objectos espaciais e elementos da tabela
- Permite a visualização e análise de valores (métricas) associados a objectos espaciais (pontos ou polígonos)
- Permite slices espaciais



Modelos Anteriores

- A relação 1:1 é conseguida em alguns casos de representação de atributos semânticos, através da utilização de múltiplos mapas e tabelas

✗ **Impossibilita uma análise global**

- Não existe suporte para gráficos de suporte e/ou detalhe

- O suporte a mais que um atributo espacial de diferentes dimensões é conseguido através da utilização de múltiplos mapas e tabelas

✗ **Impossibilita uma análise global**

SOLAP+

- A relação 1:1 é conseguida nestes casos através da utilização de matrizes e gráficos no mapa

✓ **Possibilita uma análise global**

✓ **Possibilita uma análise singular ou sequencial através de *sliders***

- Incluídos dois novos componentes para representação de dados/valores em gráficos

✓ **Fornece um novo tipo de análise incluindo a manipulação dos gráficos com base em características geográficas**

- O suporte a mais que um atributo espacial de diferentes dimensões é conseguido através de um sistema de relações entre objectos

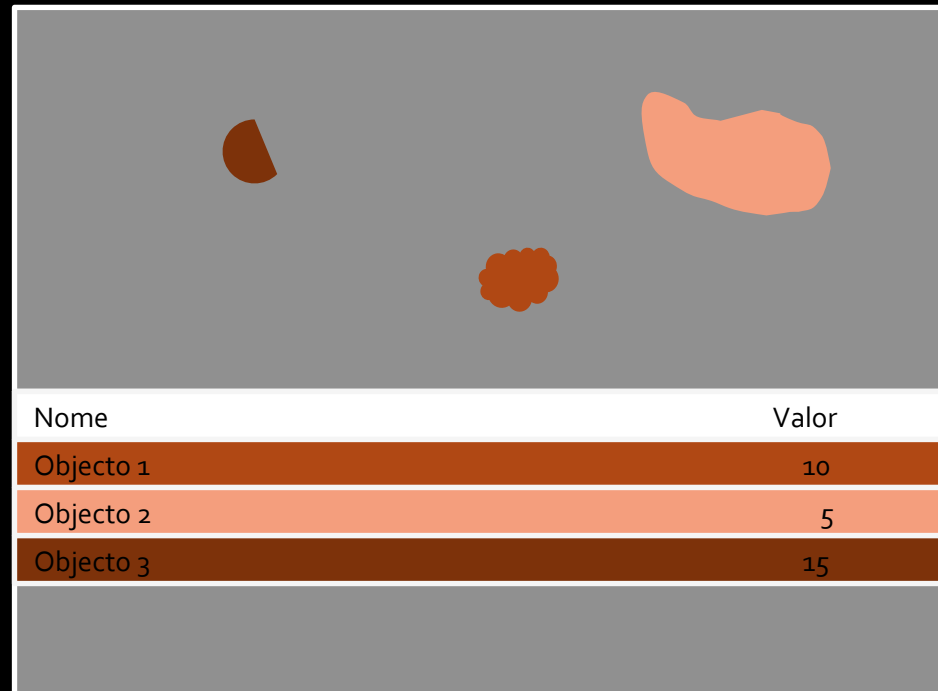
✓ **Possibilita uma análise global**

✓ **Possibilita uma análise singular ou sequencial através de *sliders***



SOLAP+: Matrizes e Gráficos

Mapa



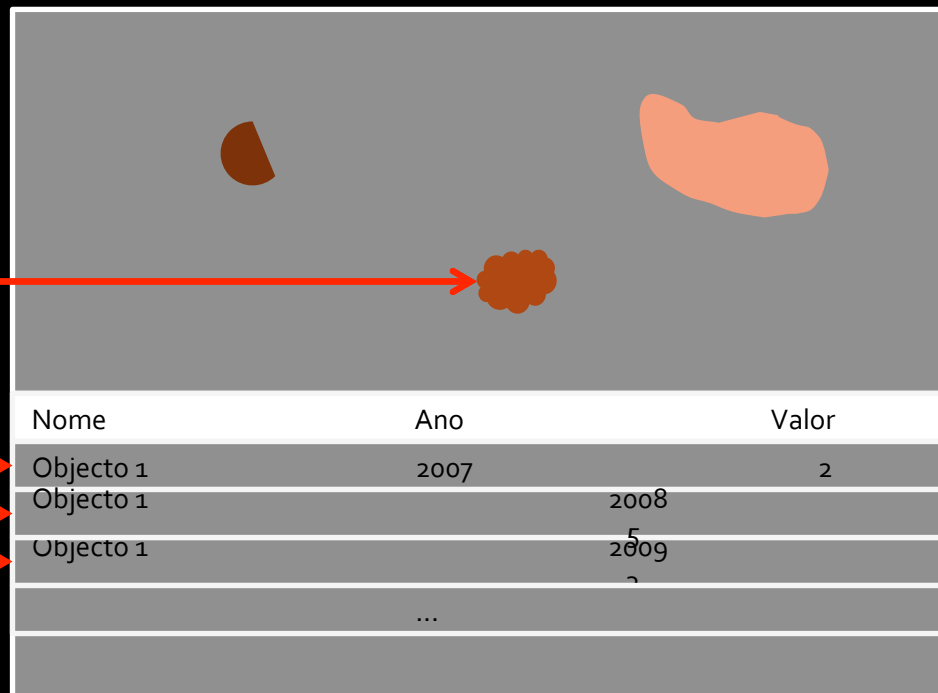
Ano

Tabela de Suporte



SOLAP+: Matrizes e Gráficos

Mapa



Não mantém relação
1:1 entre linhas e
objectos espaciais

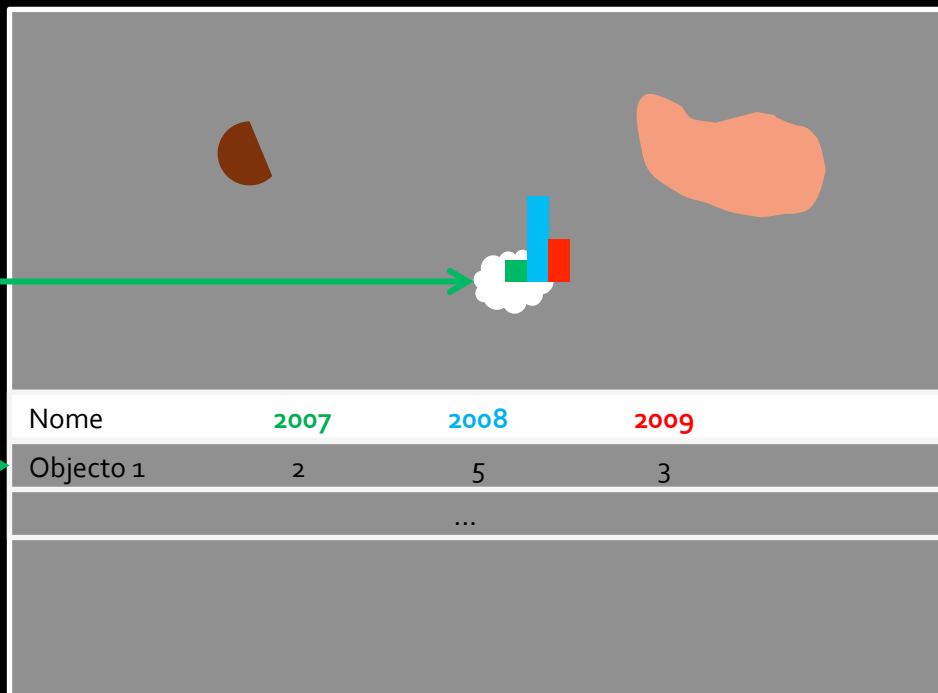
Ano

Tabela de Suporte



SOLAP+: Matrizes e Gráficos

Mapa



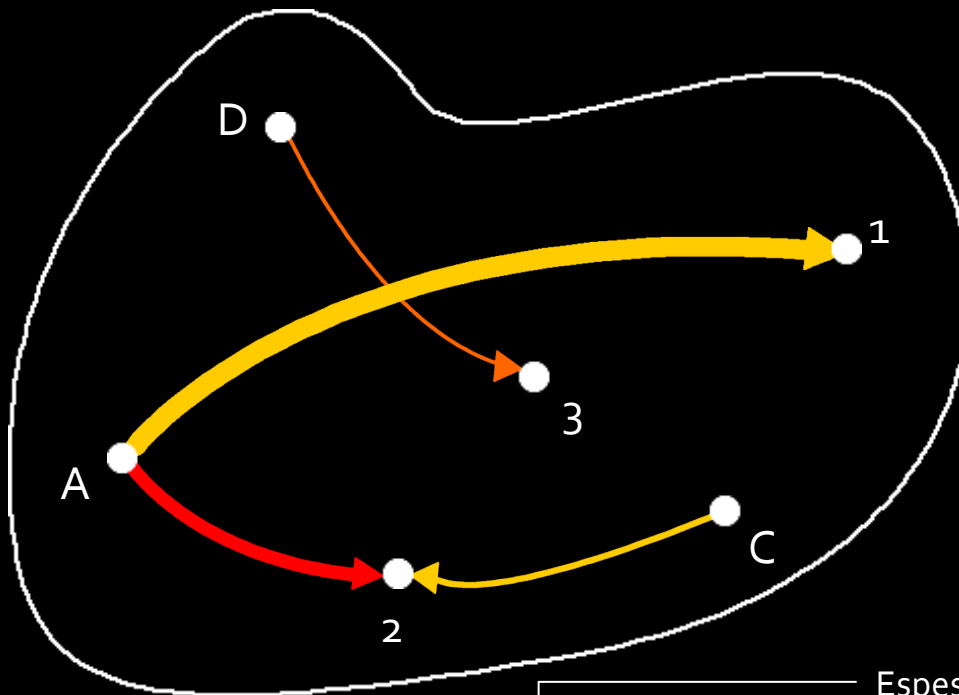
Mantém relação 1:1 entre linhas e objectos espaciais

Ano

Tabela de Suporte



SOLAP+: Dois atributos espaciais de diferentes dimensões



Criar um objecto espacial (arco) para cada elemento

As propriedades de cada arco (ex: cor e espessura) são manipuladas de acordo com os valores das métricas

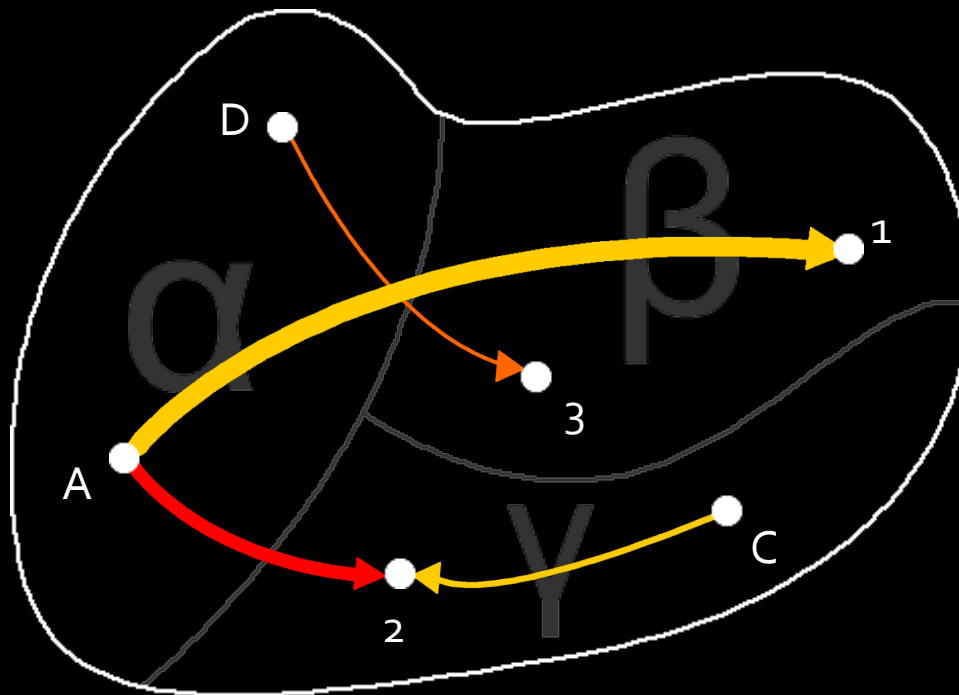
sA1	sA2	nM1	nM2
A	1	8	2
A	2	5	9
C	2	3	1
D	3	2	7

Atributos
espaciais

Métricas
Numéricas



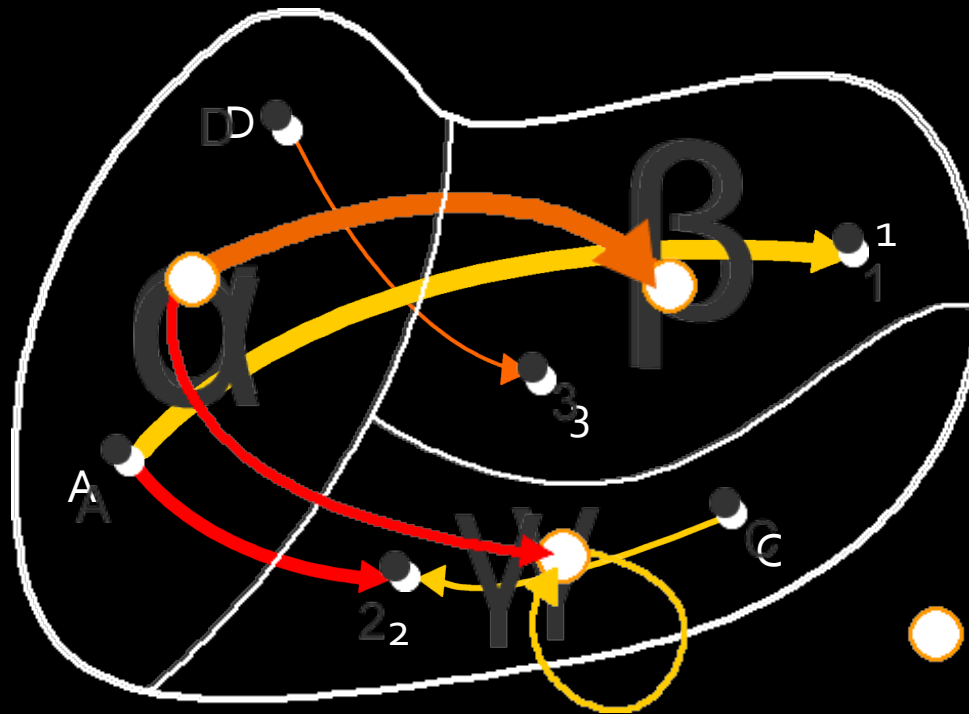
SOLAP+: Dois atributos espaciais de diferentes dimensões



	sA1	sA2	nM1	nM2
A	1		8	2
A	2		5	9
C	2		3	1
D	3		2	7



SOLAP+: Dois atributos espaciais de diferentes dimensões



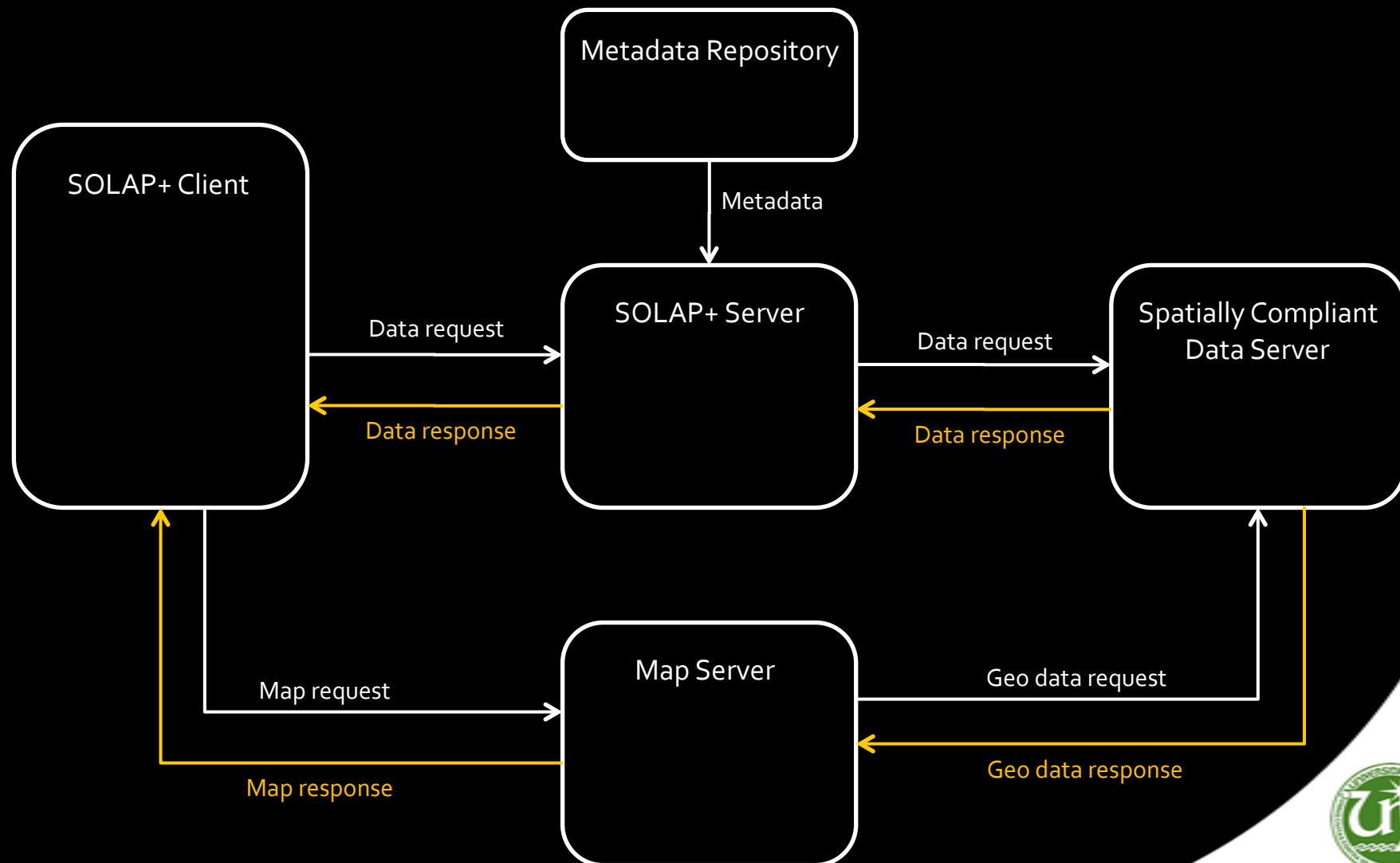
Suporta operações de roll-up
e drill-down
(e clustering dinâmico)

 Ghost Point

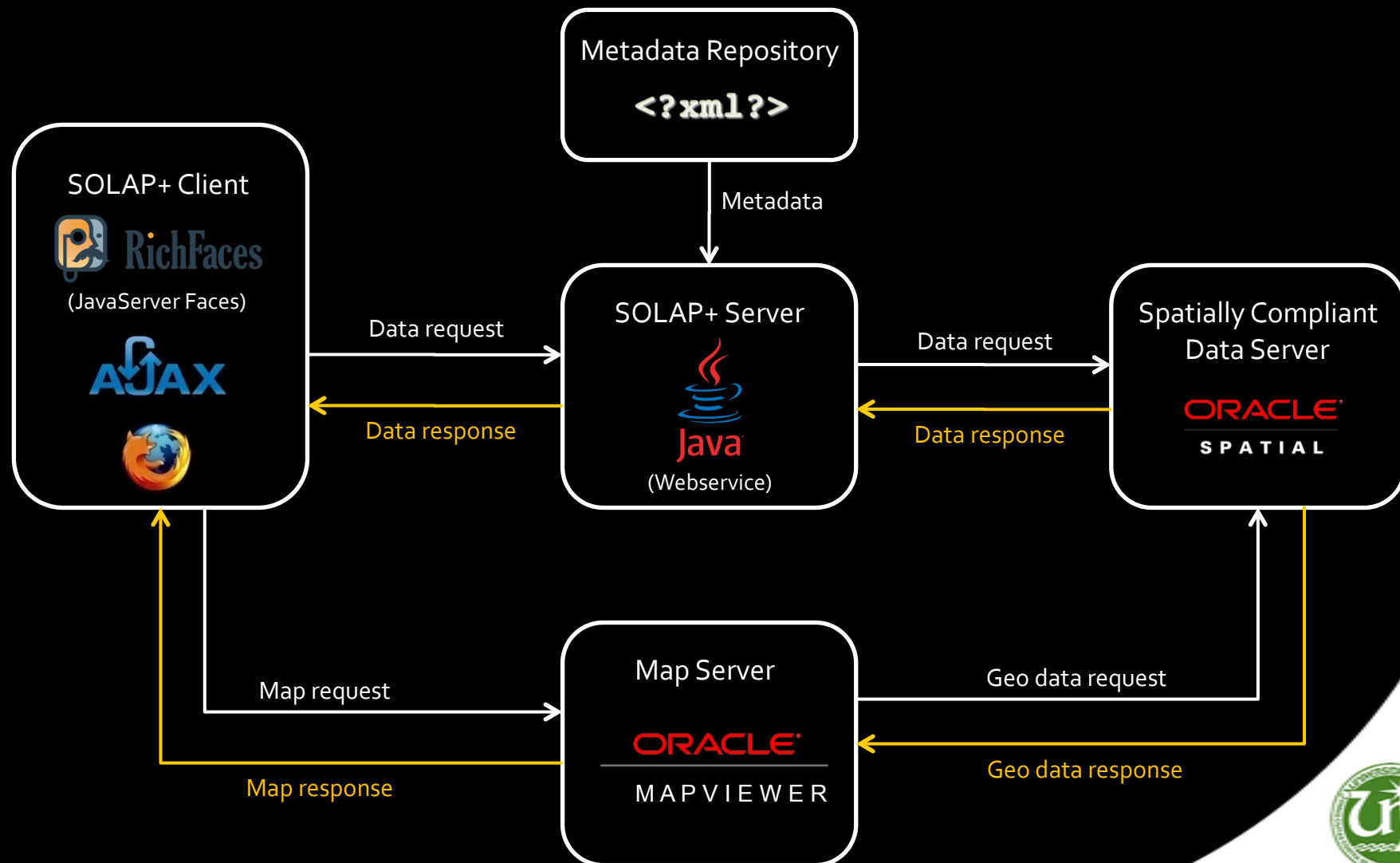
SA1	SA2	MM1	MM2
new sA1	new sA2	nM1	nM2
α	β	10	4.5
α	γ	5	9
γ	γ	3	1
δ	δ	2	7



SOLAP+: Arquitectura Global



SOLAP+: Arquitetura Global



Introdução

Modelos Anteriores

Extensão

Arquitetura / Implementação

Conclusão

Funcionalidades Implementadas – Slicing (Espacial e Alfanumérico)

The screenshot displays a software interface with several components:

- Control Panel:** Includes a 'Map Control' section with checkboxes for Zoom Mode, Legend, Use Pie Charts, and various geographical labels (Rios, Regiões Protegidas, Freguesias, Concelhos, Distritos, Bacias, Instalações, etc.). It also has sections for 'Slices' and 'Spatial Slices' with instructions on how to add attributes and layers.
- Map:** Shows a map of Portugal with numerous red stars representing data points. A scale bar indicates 500 miles and 500 kilometers. An inset map shows the location of the main map area within a larger geographical context.
- Support Table:** A table with the following data:

Instalacao	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
Instalação 1 - Fábrica	1100180.73
FÁBRICA DA TROFA	7819.87
Sociedade Agro-Pecuária do Cangulo, Lda	53850.80
Sociedade Agro-Pecuária do Cangulo, S.A.	59029.50
Unidade Industrial de Avintes	4754.58
Sociedade Nacional de Matérias, Lda	474000.00
- SOLAP Model:** A tree view showing dimensions (Actividade, Emissao, Instalacao, CAE, Emp. Pai, Estado, Sector, etc.) and measures (Quantidade Emitida, SUM, AVG, MN, MAX, etc.).
- Layers:** A list of layers including Rios, Regiões Protegidas, Freguesias, Concelhos, Distritos, Bacias, and Instalações.
- Spatial Objects:** A list of spatial objects including Rio Tejo.

Funcionalidades Implementadas – Slicing (Espacial e Alfanumérico)

Model/Session View

Control Panel

Map Control

- Zoom Mode
- Legend
- Use Pie Charts
- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações
- Label Países
- Label Rio
- Label Regiões Protegidas
- Label Freguesia
- Label Concelho
- Label Distrito
- Label Bacias

Slices

Drag an attribute here to add a slice

- filter

Spatial Slices

Drag a spatial attribute here to add a spatial slice

Drag a layer or spatial object here

- filter

Measure Filters

Drag a measure here to add a filter

Map

SOLAP Model

Dimensions

- ▶ Actividade
- ▶ Emissao
- ▶ Instalação
 - ▶ CAE
 - ▶ Emp. Pai
 - ▶ Estado
 - ▶ Sector
 - ▶ Actividade Principal
 - ▶ NOSEP Principal
 - ▶ Freguesia
 - ▶ Concelho
 - ▶ Distrito
 - ▶ Bacia
- ▶ NOSEP
- ▶ Período

Measures

- ▶ Quantidade Emitida
 - ▶ SUM
 - ▶ AVG
 - ▶ MN
 - ▶ MAX
- ▶ Quantidade Limiar
- ▶ Limiar

Layers

- ▶ Rios
- ▶ Regiões Protegidas
- ▶ Freguesias
- ▶ Concelhos
- ▶ Distritos
- ▶ Bacias
- ▶ Instalações

Spatial Objects

- ▶ Rio Tejo

Support Table

Instalacao	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
Sonalur - Sociedade Nacional de Metalurgia, Lda	474939.00
Intergados - Comercialização, Integração e Produção de Animais, SA - Calvaria de Cima	67266.26
Sociedade Agro-Pecuária de Vale Lagares, Lda	78716.40
Agro-Pecuária das Barreiras, S.A.	39163.69
Ferro Indústrias Químicas (Portugal), Lda.	28311426.96

Detail Table

Introdução

Modelos Anteriores

Extensão

Arquitectura / Implementação

Conclusão

Funcionalidades Implementadas – Tabela de Detalhe

The screenshot displays a GIS application interface with the following components:

- Control Panel:** Includes Map Control (Zoom Mode, Legend, Use Pie Charts), Slices, Spatial Slices, and Measure Filters.
- Map:** Shows a map of Portugal with a red overlay. Includes a scale bar (500 mi / 500 km) and a small inset map.
- SOLAP Model:** A tree view showing Dimensions (Actividade, Emissao, Instalacao, CAE, Emp. Pai, Estado, Sector, Actividade Principal, NOSEP Principal, Freguesia, Concelho, Distrito, Baacia, NOSEP, Periodo), Measures (Quantidade Emitida, SUM, AVG, MN, MAX, Quantidade Limiar, Limiar), and Layers (Rios, Regiões Protegidas, Freguesias, Concelhos, Distritos, Bacias, Instalações).
- Support Table:** A table with columns 'Distrito' and 'SUM_QUANTIDADE_EMITIDA'.
- Detail Table:** A table with columns 'Distrito' and 'SUM_QUANTIDADE_EMITIDA'.

Distrito	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
AVEIRO	3209043752.51
BEJA	1035860.00
BRAGA	530404436.02
CASTELO BRANCO	15584890.17
COIMBRA	2298196012.88
EVORA	104080.55

Funcionalidades Implementadas – Tabela de Detalhe

Model/Session View

Control Panel

Map Control

- Zoom Mode
- Legend
- Use Pie Charts
- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações
- Label Países
- Label Rio
- Label Regiões Protegidas
- Label Freguesia
- Label Concelho
- Label Distrito
- Label Bacias

Slices

Drag an attribute here to add a slice

Spatial Slices

Drag a spatial attribute here to add a spatial slice

Drag a layer or spatial object here

Measure Filters

Drag a measure here to add a filter

Map

SOLAP Model

Dimensions

- Actividade
- Emissao
- Instalacao
 - CAE
 - Emp. Pai
 - Estado
 - Sector
 - Actividade Principal
 - NOSEP Principal
 - Freguesia
 - Concelho
 - Distrito
 - Bacia
- NOSEP
- Periodo

Measures

- Quantidade Emitida
 - SUM
 - AVG
 - MIN
 - MAX
- Quantidade Limiar
- Limiar

Layers

- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações

Spatial Objects

- Rio Tejo

Support Table

Distrito	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
AVEIRO	3209043752.51
BEJA	1035860.00
BRAGA	530404436.02
CASTELO BRANCO	15584890.17
COIMBRA	2298196012.88
EVORA	104080.55

Detail Table

Distrito	Concelho	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
BRAGA	BARCELOS	48453.64
BRAGA	VILA VERDE	13279093.67
BRAGA	CELORICO DE BASTO	0.00
BRAGA	GUMARÃES	495679670.64
BRAGA	BRAGA	3765.28

Introdução

Modelos Anteriores

Extensão

Arquitectura / Implementação

Conclusão

Funcionalidades Implementadas – Aplicação de Layers

The screenshot displays a software interface with several key components:

- Control Panel:** A sidebar on the left containing various controls:
 - Map Control:** Includes zoom mode, legend, and use pie charts options.
 - Map Control List:** A list of map elements with checkboxes, including Rios, Regiões Protegidas, Freguesias, Concelhos, Distritos, Bacias, Instalações, and various labels.
 - Slices:** A section for adding attributes as slices, currently showing a 'filter'.
 - Spatial Slices:** A section for adding spatial attributes as slices.
 - Measure Filters:** A section for adding measures as filters.
- Map:** The central area showing a geographical map with a cluster of red stars representing data points. A scale bar indicates 10 miles and 20 kilometers. An inset map shows the location of the main map area within a larger geographical context.
- Support Table:** A table below the map displaying data for industrial installations.

Instalacao	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
FÁBRICA DA TROFA	7819.87
Unidade Industrial de Avintes	4754.58
Central de Ciclo Combinado da Tapada do Outeiro	2723714345.00
Estamparia Têxtil Adalberto Pinto da Silva, SA	425519.89
GASIN-GASES INDUSTRIAIS, S.A	0.17
- SOLAP Model:** A tree view on the right side of the interface showing the model's structure:
 - Dimensions:** A hierarchical list of dimensions including Actividade, Emissao, Instalacao, CAE, Emp. Pai, Estado, Sector, Actividade Principal, NOSEP Principal, Freguesia, Concelho, Distrito, Id Distrito, Distrito, Poligono Distrito, Bacia, NOSEP, and Período.
 - Measures:** A list of measures including Quantidade Emitida, Quantidade Limiar, and Limiar.
 - Layers:** A list of layers including Rios, Regiões Protegidas, Freguesias, Concelhos, Distritos, Bacias, and Instalações.
 - Spatial Objects:** A list of spatial objects including Rio Tejo.

Funcionalidades Implementadas – Aplicação de Layers

Model/Session View

Control Panel

Map Control

- Zoom Mode
- Legend
- Use Pie Charts
- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações
- Label Países
- Label Rio
- Label Regiões Protegidas
- Label Freguesia
- Label Concelho
- Label Distrito
- Label Bacias

Slices

Drag an attribute here to add a slice

- [filter](#)

Spatial Slices

Drag a spatial attribute here to add a spatial slice

Drag a layer or spatial object here

Measure Filters

Drag a measure here to add a filter

Map

Support Table

Instalacao	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
FÁBRICA DA TROFA	7819.87
Unidade Industrial de Avintes	4754.58
Central de Ciclo Combinado da Tapada do Outeiro	2723714345.00
Estamparia Têxtil Adalberto Pinto da Silva, SA	425519.89
GASIN-GASES INDUSTRIAIS, S.A	0.17

Detail Table

SOLAP Model

Dimensions

- Actividade
- Emissao
- Instalacao
 - Instalação
 - CAE
 - Emp. Pai
 - Estado
 - Sector
 - Actividade Principal
 - NOSEP Principal
 - Freguesia
 - Concelho
 - Distrito
 - Id Distrito
 - Distrito
 - Poligono Distrito
 - Bacia
- NOSEP
- Periodo

Measures

- Quantidade Emitida
- Quantidade Limiar
- Limiar

Layers

- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações

Spatial Objects

- Rio Tejo

Introdução

Modelos Anteriores

Extensão

Arquitetura / Implementação

Conclusão

Funcionalidades Implementadas – Roll-up / Drill-down

The screenshot displays a GIS application interface with the following components:

- Control Panel:** Includes Map Control (Zoom Mode, Legend, Use Pie Charts), Slices, Spatial Slices, and Measure Filters.
- Map:** Shows a map of Portugal with red markers. Includes a scale bar (50 mi, 100 km) and an inset map of Europe.
- Support Table:** A table showing data for Freguesia and SUM_QUANTIDADE_EMITIDA.
- SOLAP Model:** A tree view showing Dimensions (Actividade, Emissao, Instalacao, etc.), Measures (Quantidade Emitida, etc.), Layers (Rios, Regiões Protegidas, etc.), and Spatial Objects (Rio Tejo).

Freguesia	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
Aguada de Cima	41154.48
Agualva-Cacém	1715.70
Alcobaça	39163.69
Aldeia de Paio Pires	423517125.16
Aldeia de São Francisco de Assis	38798.10
Alqueva (Trina)	0.00

Introdução

Modelos Anteriores

Extensão

Arquitetura / Implementação

Conclusão

Funcionalidades Implementadas – Roll-up / Drill-down

The screenshot displays a GIS application interface with the following components:

- Control Panel:** Includes Map Control (Zoom Mode, Legend, Use Pie Charts), Slices (Drag an attribute here to add a slice), Spatial Slices (Drag a spatial attribute here to add a spatial slice, Drag a layer or spatial object here), and Measure Filters (Drag a measure here to add a filter).
- Map:** Shows a map of Portugal with red regions. Includes a scale bar (500 mi, 500 km) and a small inset map of Portugal.
- Support Table:** A table with columns 'Concelho' and 'SUM_QUANTIDADE_EMITIDA'.

Concelho	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
ABRANTES	9079619.57
AGUEDA	2864408141.14
ALCOBAÇA	203310391.15
ALENQUER	1795566308.92
AMADORA	1488380.04
AMADANTE	276.74
- SOLAP Model:** A tree view showing Dimensions (Actividade, Emissao, Instalacao, CAE, Emp. Pai, Estado, Sector, Actividade Principal, NOSEP Principal, Freguesia, Concelho, Distrito, Bacia, NOSEP, Periodo), Measures (Quantidade Emitida, SUM, AVG, MN, MAX, Quantidade Limiar, Limiar), Layers (Rios, Regiões Protegidas, Freguesias, Concelhos, Distritos, Bacias, Instalações), and Spatial Objects (Rio Tejo).

Funcionalidades Implementadas – Roll-up / Drill-down

Model/Session View

Control Panel

Map Control

- Zoom Mode
- Legend
- Use Pie Charts
- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações
- Label Países
- Label Rio
- Label Regiões Protegidas
- Label Freguesia
- Label Concelho
- Label Distrito
- Label Bacias

Slices

Drag an attribute here to add a slice

Spatial Slices

Drag a spatial attribute here to add a spatial slice

Drag a layer or spatial object here

Measure Filters

Drag a measure here to add a filter

Map

SOLAP Model

Dimensions

- Actividade
- Emissao
- Instalacao
 - CAE
 - Emp. Pai
 - Estado
 - Sector
 - Actividade Principal
 - NOSEP Principal
 - Freguesia
 - Concelho
 - Distrito
 - Bacia
- NOSEP
- Periodo

Measures

- Quantidade Emitida
 - SUM
 - AVG
 - MIN
 - MAX
- Quantidade Limiar
- Limiar

Layers

- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações

Spatial Objects

- Rio Tejo

Support Table

Distrito	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
AVEIRO	3209043752.51
BEJA	1035860.00
BRAGA	530404436.02
CASTELO BRANCO	15584890.17
COIMBRA	2298196012.88
EVORA	104082.55

Detail Table

Funcionalidades Implementadas – Sliders

Model/Session View

Control Panel

Map Control

- Zoom Mode
- Legend
- Use Pie Charts
- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações
- Label Países
- Label Rio
- Label Regiões Protegidas
- Label Freguesia
- Label Concelho
- Label Distrito
- Label Bacias

Slices

Drag an attribute here to add a slice

- filter (slider)

NOx

Spatial Slices

Drag a spatial attribute here to add a spatial slice

Drag a layer or spatial object here

Measure Filters

Drag a measure here to add a filter

Map

SOLAP Model

Dimensions

- Actividade
- Emissao
- Instalacao
 - Instalação
 - CAE
 - Emp. Pai
 - Estado
 - Sector
 - Actividade Principal
 - NOSEP Principal
 - Freguesia
 - Concelho
 - Distrito
 - Bacia
 - NOSEP
 - Periodo

Measures

- Quantidade Emitida
 - SUM
 - AVG
 - MIN
 - MAX
- Quantidade Limiar
- Limiar

Layers

- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações

Spatial Objects

- Rio Tejo

Support Table

Concelho	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
ABRANTES	24519.50
AGUEDA	2398459.78
ALCOBAÇA	835947.00
ALENQUER	4850000.00
AMADORA	492017.52
AMADANTE	0.00

Detail Table

Funcionalidades Implementadas – Sliders

Model/Session View

Control Panel

Map Control

- Zoom Mode
- Legend
- Use Pie Charts
- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações
- Label Países
- Label Rio
- Label Regiões Protegidas
- Label Freguesia
- Label Concelho
- Label Distrito
- Label Bacias

Slices

Drag an attribute here to add a slice

- filter (slider)

CH4

Spatial Slices

Drag a spatial attribute here to add a spatial slice

Drag a layer or spatial object here

Measure Filters

Drag a measure here to add a filter

Map

Support Table

Concelho	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
AGUEDA	54604.48
ALCOBAÇA	114604.13
ARRAIÓLOS	65750.00
AVIS	0.00
AZAMBUJA	57400.00
CADAVAL	1120000.00

Detail Table

SOLAP Model

Dimensions

- Actividade
- Emissao
- Instalacao
 - Instalação
 - CAE
 - Emp. Pai
 - Estado
 - Sector
 - Actividade Principal
 - NOSEP Principal
 - Freguesia
 - Concelho
 - Distrito
 - Bacia
 - NOSEP
 - Periodo

Measures

- Quantidade Emitida
 - SUM
 - AVG
 - MIN
 - MAX
- Quantidade Limiar
- Limiar

Layers

- Rios
- Regiões Protegidas
- Freguesias
- Concelhos
- Distritos
- Bacias
- Instalações

Spatial Objects

- Rio Tejo

Funcionalidades Implementadas – Sliders

The screenshot displays a software interface for a Spatial OLAP (SOLAP) model. The main window is titled "Model/Session View".

Control Panel: Contains various map controls and filters. The "Slices" section shows a slider for "CO2" with a value of "filter (slider)".

Map: Shows a map of Portugal with a red color scale. A slider below the map indicates a range from 10 mi to 20 km. An inset map shows the location of the main map area.

Support Table: A table showing data for various municipalities (Concelho) and their corresponding SUM_QUANTIDADE_EMITIDA values.

Concelho	SUM_QUANTIDADE_EMITIDA
ABRANTES	9000000.00
AGUEDA	2858864590.00
ALCOBAÇA	201207999.99
ALENQUER	1770000000.00
AMADORA	732000.00
AMADANTE	0.00

SOLAP Model: A tree view showing the model's structure, including Dimensions (Actividade, Emissao, Instalacao), Measures (Quantidade Emitida), Layers (Rios, Regiões Protegidas, Freguesias, Concelhos, Distritos, Bacias, Instalações), and Spatial Objects (Rio Tejo).

Outras funcionalidades / Características

- Filtragem de métricas
- Arquitectura modular
- Gráficos de barras e *pie*
- Navegador de agregados
- Independência entre cliente e servidor
- Interface configurável
- Gravação e carregamento de sessões



Introdução

Modelos
Anteriores

Extensão

Arquitectura /
Implementação

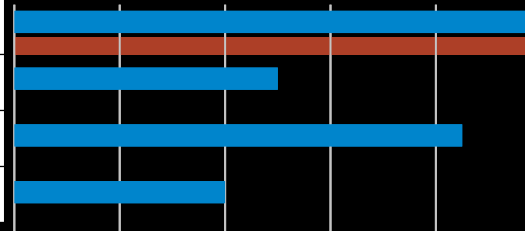
Conclusão

Relação 1:1 (Tabela-Mapa) nos vários casos

Gráficos de suporte / detalhe

Dois atributos espaciais de diferentes dim.

Clustering de visualização



■ Conceptual

■ Implementação

