

# Modelagem Multidimensional

Processamento Analítico de Dados

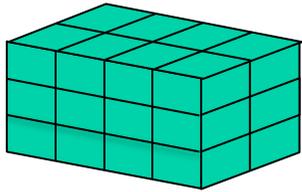
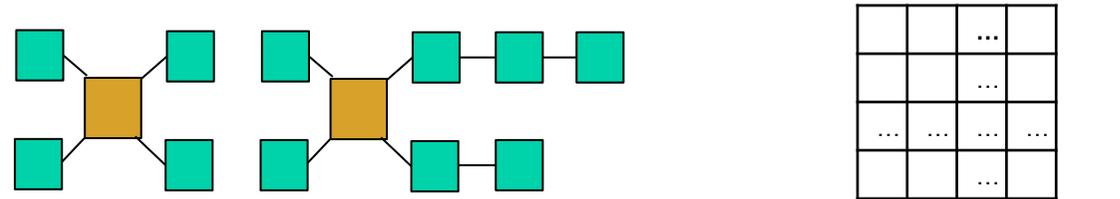
Profa. Dra. Cristina Dutra de Aguiar Ciferri

Prof. Dr. Ricardo Rodrigues Ciferri

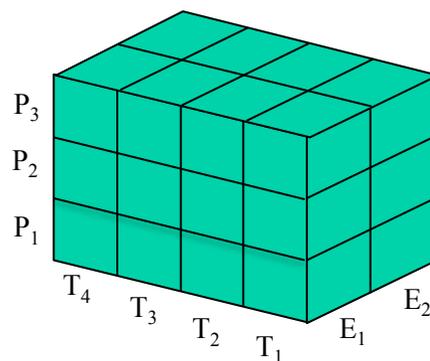
# Modelagem Multidimensional

- Análises dos usuários de SSD
  - representam requisições multidimensionais aos dados do DW
    - visualização dos dados segundo **diferentes perspectivas**
  - permitem a identificação de problemas e de tendências

# Arquitetura de 3 Camadas

	esquema	operações
conceitual	 <p>metáfora do cubo de dados</p>	<p>Cube Álgebra</p>
lógico	 <p>esquemas estrela e floco de neve ROLAP</p> <p>estruturas matriciais MOLAP</p>	<p>SQL MDX ...</p>
físico	 <p>índices: árvores ROLAP</p> <p>índices bitmap MOLAP</p>	<p>processamento e otimização de consultas</p>

# (Hiper)cubo de Dados Multidimensional (QualidadeAr)

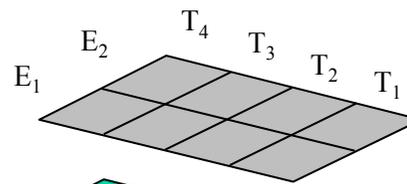


visão multidimensional *concentração*  
por poluente por tempo por estação

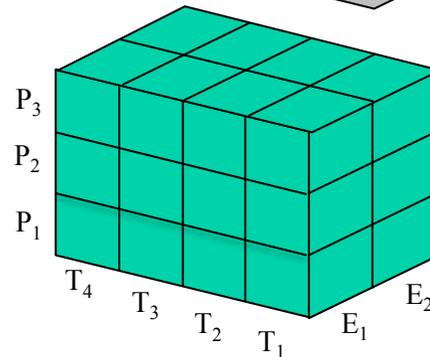
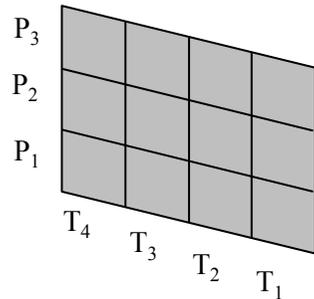
- representação gráfica
- semântica subjacente

# (Hiper)cubo de Dados Multidimensional (QualidadeAr)

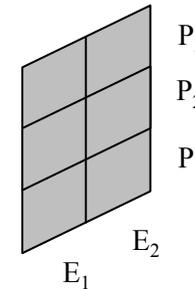
visão multidimensional *concentração*  
por tempo por estação



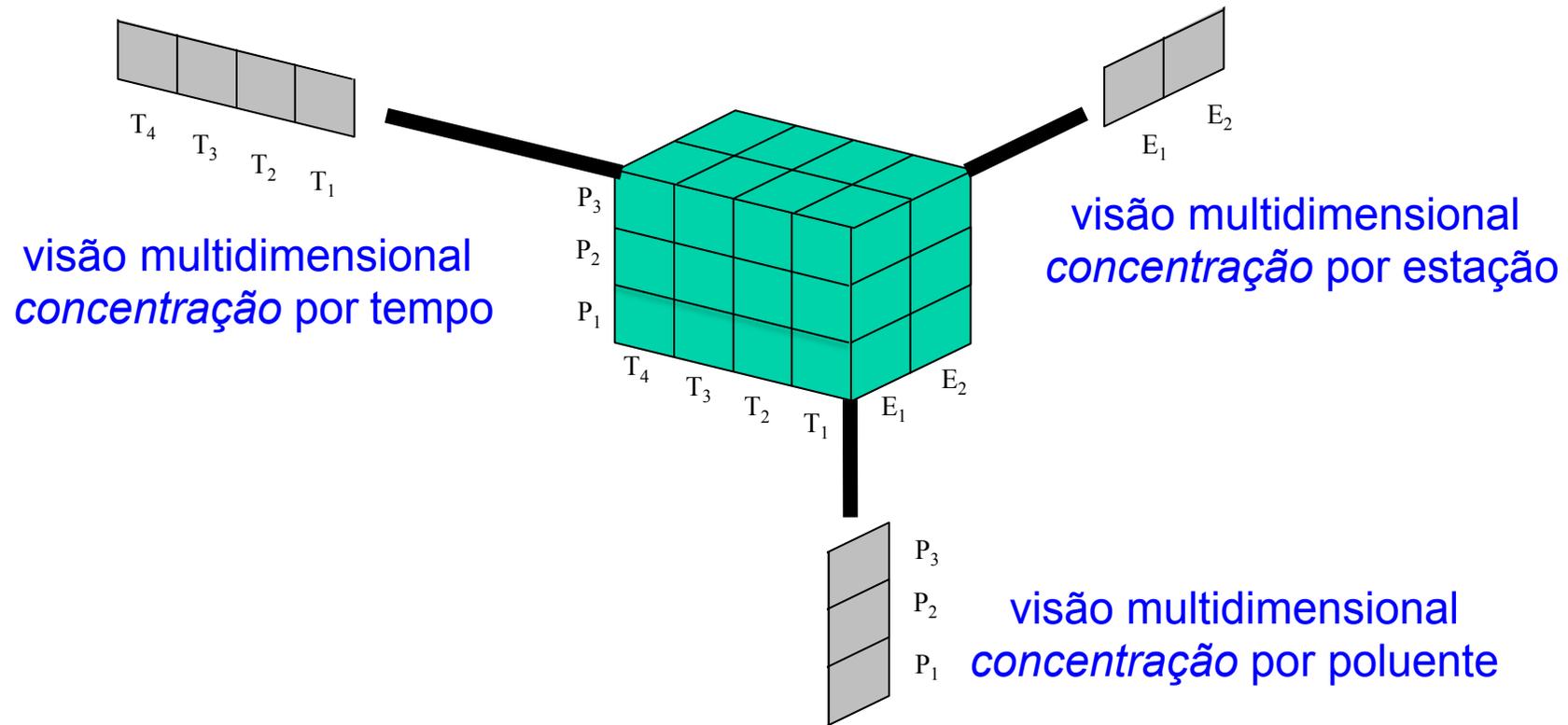
visão multidimensional  
*concentração*  
por poluente  
por tempo



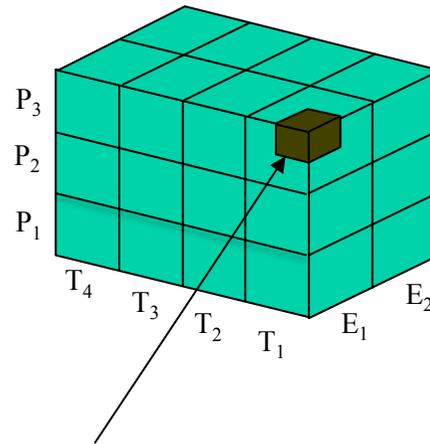
visão multidimensional  
*concentração*  
por poluente  
por estação



# (Hiper)cubo de Dados Multidimensional (QualidadeAr)

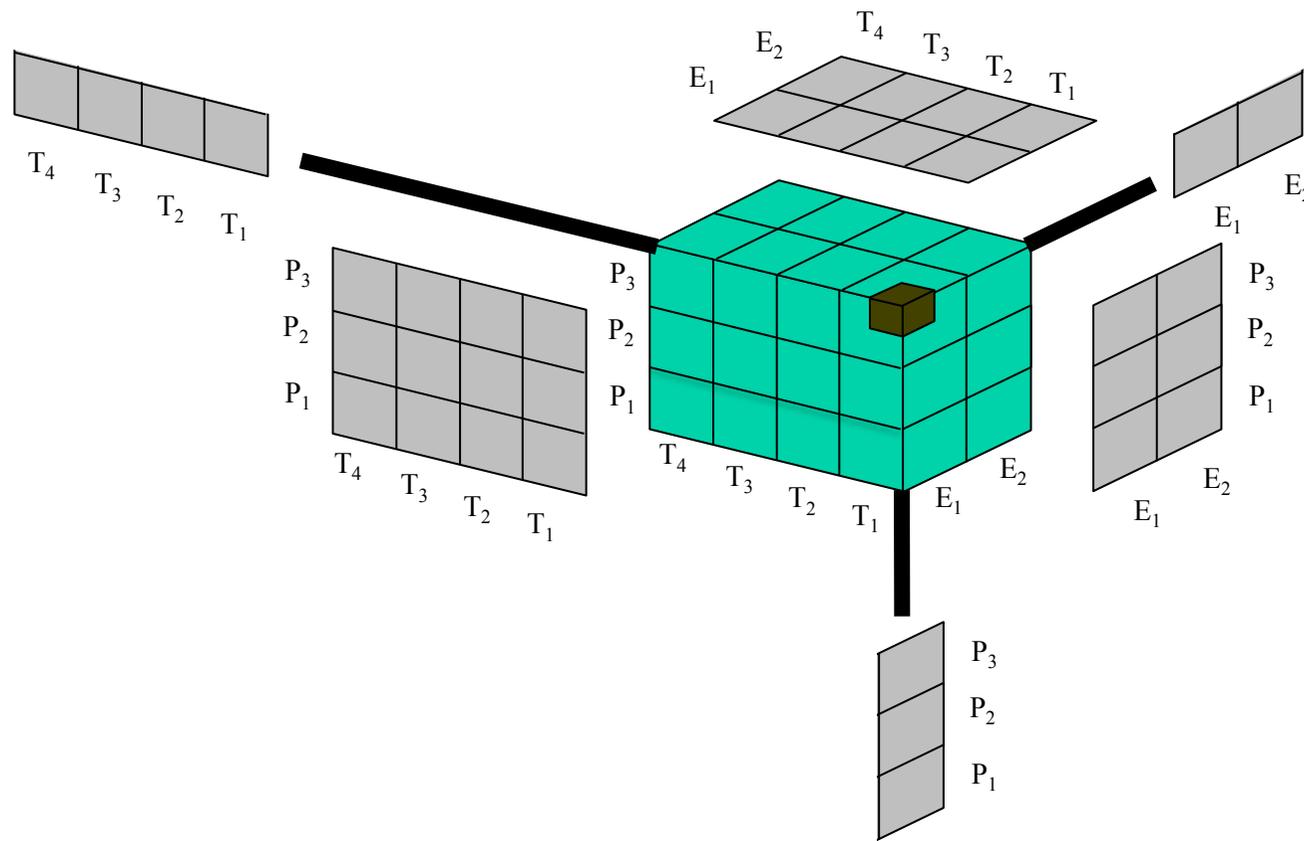


# (Hiper)cubo de Dados Multidimensional (QualidadeAr)



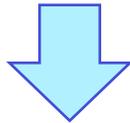
visão multidimensional  
*concentração*

# (Hiper)cubo de Dados Multidimensional (QualidadeAr)

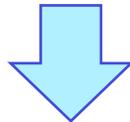


# Modelo de Dados Multidimensional

aspectos **estáticos**

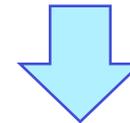


modelagem dos dados

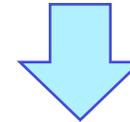


dimensões (atributos)  
medidas numéricas

aspectos **dinâmicos**



operações analíticas



*drill-down/roll-up*  
*slice and dice*  
*pivot*  
*drill-across ...*

# Dimensão

- Representa uma perspectiva de análise dos usuários de SSD
- Composta por atributos
- *Exemplo*: dimensão tempo
  - *atributos*: dia, mês, trimestre, semestre, ano
  - *semântica*: dia 15/09/2015, do mês de setembro, do terceiro trimestre, do segundo semestre, de 2015.

# Dimensão

- *Exemplo*: dimensão **poluente**
  - *atributos*: **poluente**, **categoria**, **tipo**, **grupo**
  - *semântica*: poluente **CO**, da categoria **gás**
  - *semântica*: poluente **CO**, do tipo **químico**, do grupo **ar**
- *Exemplo*: dimensão **estação**
  - *atributos*: **estação**, **cidade**, **estado**, **região**, **país**
  - *semântica*: estação **E1**, da cidade de **São Carlos**, do estado de **São Paulo**, da região **Sudeste**, do país **Brasil**

# Hierarquia de Atributos

- Definição
  - permite que atributos de uma dimensão relacionem-se com outros atributos da mesma dimensão
  - especifica níveis de agregação e, portanto, **granularidade** dos itens de dados
  - especifica as **dependências** existentes entre as granularidades dos atributos

# Ordenação Parcial ( $\preceq$ )

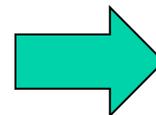
- Significado
  - um atributo de maior nível de granularidade de uma hierarquia de atributos pode ser determinado usando um atributo de menor nível de granularidade dessa hierarquia

- *Exemplo*: dimensão tempo

– (semestre)  $\preceq$  (trimestre)

↓  
maior nível de granularidade

↓  
menor nível de granularidade



semestres podem ser calculados por meio dos trimestres

# Exemplos

- Dimensão **tempo**
  - *atributos*: dia, mês, trimestre, semestre, ano
  - (ano)  $\preceq$  (semestre)  $\preceq$  (trimestre)  $\preceq$  (mês)  $\preceq$  (dia)
- Dimensão **poluente**
  - *atributos*: poluente, categoria, tipo, grupo
  - (categoria)  $\preceq$  (poluente)
  - (grupo)  $\preceq$  (tipo)  $\preceq$  (poluente)

podem ser definidas  
uma ou mais  
hierarquias de atributos  
por dimensão

# Exemplos

- Dimensão **estação**
  - *atributos*: estação, cidade, estado, região, país
  - (país)  $\preceq$  (região)  $\preceq$  (estado)  $\preceq$  (cidade)  $\preceq$  (estação)

# Definição Formal

- **Lattice** (Reticulado de Cuboides)  
 $\langle L, \preceq \rangle$ , onde
  - L: conjunto de visões (ou agregações)
  - $\preceq$ : relação de dependência
- Propriedades de L
  - contém pelo menos a visão do nível inferior
  - pode conter uma visão completamente agregada (*all/none*), a qual pode ser calculada a partir de qualquer outra visão

Harinarayan, V. Rajaraman, A., Ullman, J. D. Implementing Data Cubes Efficiently. In Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference of Management of Data, p. 205-216, 1996.

# Definição Formal

- Para três visões  $v$ ,  $w$ ,  $u$ , podem ser definidas as seguintes funções:

$$\text{ancestrais}(v) = \{ w \mid v \preceq w \} .$$

$$\text{descendentes}(v) = \{ w \mid w \preceq v \} .$$

$$\text{ancestrais\_diretos}(v) = \text{pais}(v) = \{ w \mid v \prec w, \exists u, v \prec u, u \prec w \} .$$

$$\text{descendentes\_diretos}(v) = \text{filhos}(v) = \{ w \mid w \prec v, \exists u, w \prec u, u \prec v \} .$$

$$\text{sendo que } v \prec w \Rightarrow v \preceq w \wedge v \neq w .$$

# Exemplo

- Dimensão **tempo**

(all)  $\preceq$

(ano)  $\preceq$

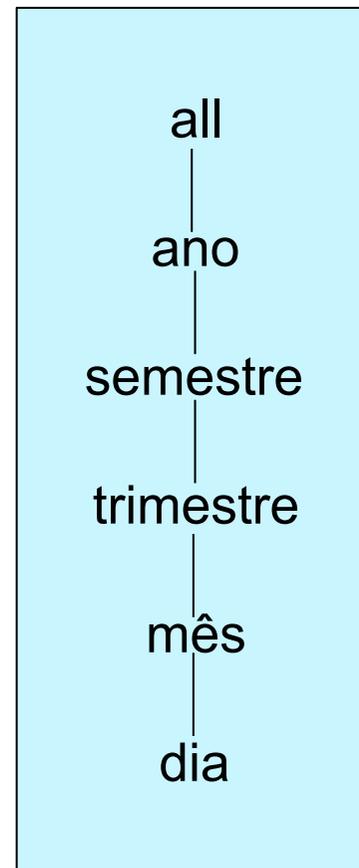
(semestre)  $\preceq$

(trimestre)  $\preceq$

(mês)  $\preceq$

(dia)

CIFERRI, C., CIFERRI, R., GÓMEZ, L., SCHNEIDER, M., VAISMAN, A., ZIMÁNYI, E.  
Cube algebra: A generic user-centric model and query language for OLAP cubes. Journal of Data Warehousing and Mining, v. 9, n. 2, p. 39-65, 2013.



*níveis de agregação*

superior

inferior

# Exemplo

- Dimensão **poluente**

(all)  $\preceq$

(categoria)  $\preceq$

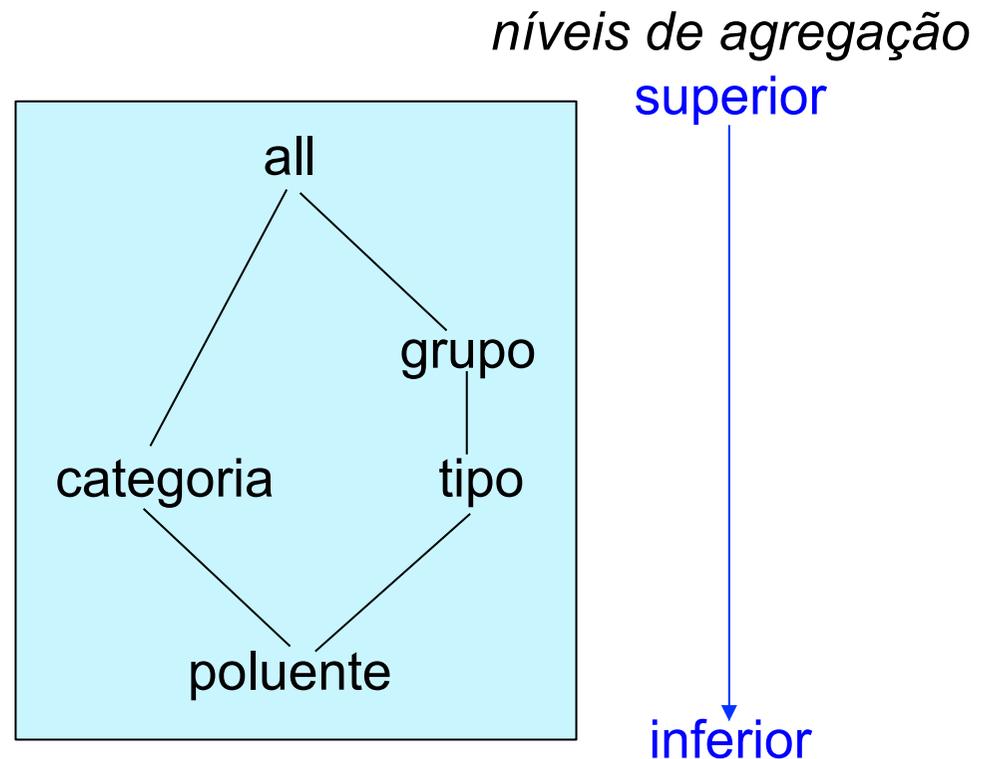
(poluente)

(all)  $\preceq$

(grupo)  $\preceq$

(tipo)  $\preceq$

(poluente)



# Exemplo

- Dimensão **estação**

(all)  $\preceq$

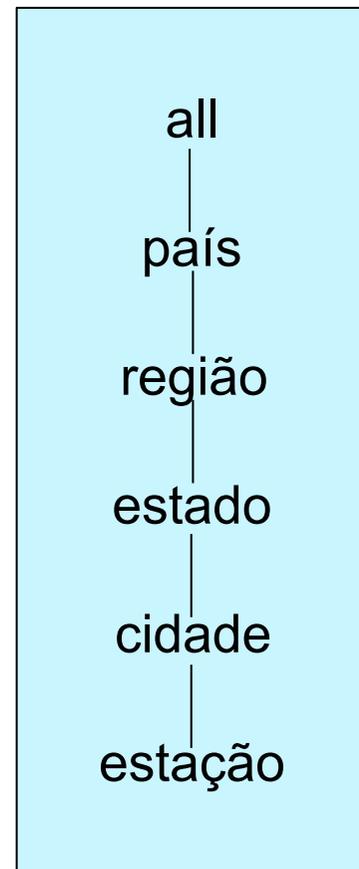
(país)  $\preceq$

(região)  $\preceq$

(estado)  $\preceq$

(cidade)  $\preceq$

(estação)



*níveis de agregação*

superior

inferior

# Medida Numérica

- Objeto de análise relevante ao negócio
- Definida como uma função de suas dimensões correspondentes

<b>Classificação</b>	<b>Definição</b>	<b>Função de Agregação</b>
aditiva	<i>somada</i> através de todas as suas dimensões	SOMA (todas as dimensões)
semi-aditivas	<i>somadas</i> somente através de algumas de suas dimensões	SOMA (apenas algumas dimensões)
não aditivas	não podem ser somadas	AVG, MAX, MIN ou outra função complexa