

Auto-Configuração de Bases de dados NoSQL Multi-Dimensionais INFORUM'13

Nuno Diegues, Muhammet Orazov, **João Paiva**, Luís
Rodrigues, Paolo Romano

Instituto Superior Técnico / Inesc-ID, Lisboa, Portugal

5 de Setembro de 2013

Estrutura da apresentação

Introdução

Modelação

Auto-configuração do HyperDex

Conclusões

Motivação

Armazenamento por chave-valor

- ▶ Bom desempenho
- ▶ Grande escalabilidade
- ▶ Interface restritiva: operações apenas por chave primária

Motivação

Armazenamento por chave-valor

- ▶ Bom desempenho
- ▶ Grande escalabilidade
- ▶ Interface restritiva: operações apenas por chave primária

Motivação: sistemas chave-valor

ID: alifparis1
Nome: Hotel Alif
Preço: 30€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 35192900912
Animais: Não
Postal: Lisboa-1233
Categoria: Hotel
(-)

ID: hiltonparis1
Nome: Hotel Hilton
Preço: 250€
Cidade: Paris
Estrelas: 5
TLF: 87162801020
Animais: Não
Postal: Paris-1291
Categoria: Hotel
(-)

ID: ibisparis1
Nome: Hotel Ibis
Preço: 50€
Cidade: Paris
Estrelas: 3
TLF: 87188190021
Animais: Não
Postal: Paris-1194
Categoria: Hotel
(-)

ID: sleazyparis1
Nome: Motel Sleazy
Preço: 10€
Cidade: Paris
Estrelas: 1
TLF: 871898283033
Animais: Sim
Postal: Paris-7723
Categoria: Motel
(-)

ID: tivoli1x1
Nome: Hotel Tivoli
Preço: 90€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 351923821911
Animais: Não
Postal: Lisboa-1000
Categoria: Hotel
(-)



TECNICO
LISBOA



Motivação: sistemas chave-valor

ID: alifparis1
Nome: Hotel Alif
Preço: 30€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 35192900912
Animais: Não
Postal: Lisboa-1233
Categoria: Hotel
(-)

ID: hiltonparis1
Nome: Hotel Hilton
Preço: 250€
Cidade: Paris
Estrelas: 5
TLF: 87162801020
Animais: Não
Postal: Paris-1291
Categoria: Hotel
(-)

ID: ibisparis1
Nome: Hotel Ibis
Preço: 50€
Cidade: Paris
Estrelas: 3
TLF: 87188190021
Animais: Não
Postal: Paris-1194
Categoria: Hotel
(-)

ID: sleazyparis1
Nome: Motel Sleazy
Preço: 10€
Cidade: Paris
Estrelas: 1
TLF: 871898283033
Animais: Sim
Postal: Paris-7723
Categoria: Motel
(-)

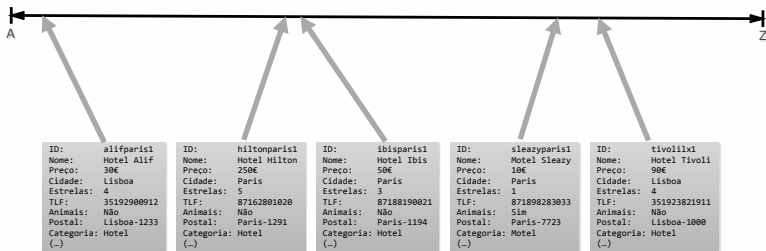
ID: tivoli1x1
Nome: Hotel Tivoli
Preço: 90€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 351923821911
Animais: Não
Postal: Lisboa-1000
Categoria: Hotel
(-)



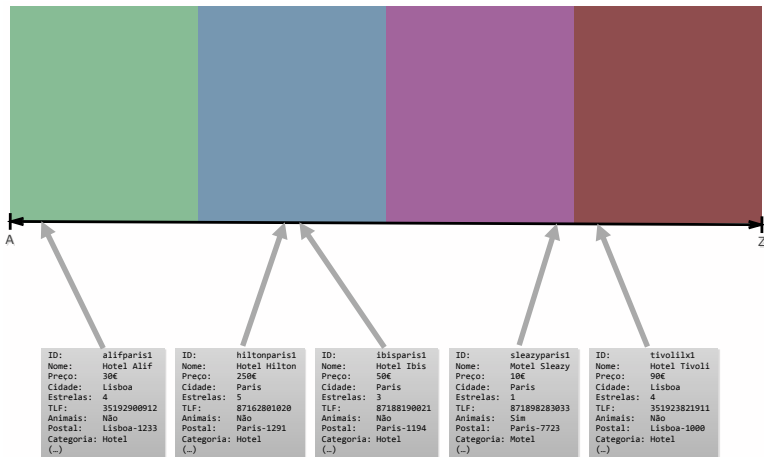
TECNICO
LISBOA



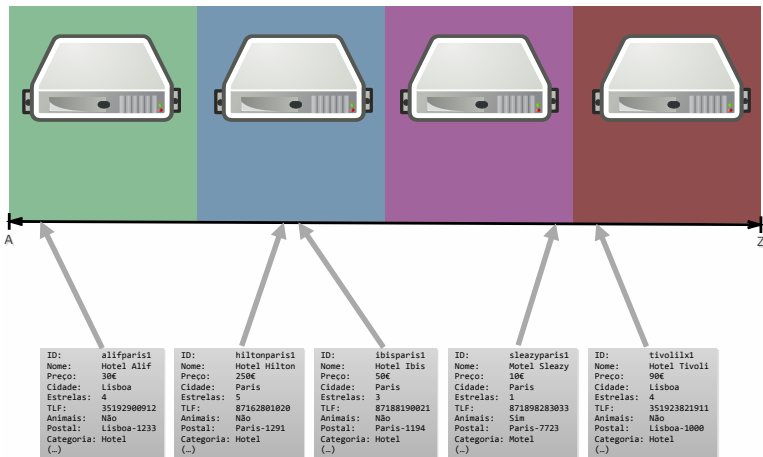
Motivação: sistemas chave-valor



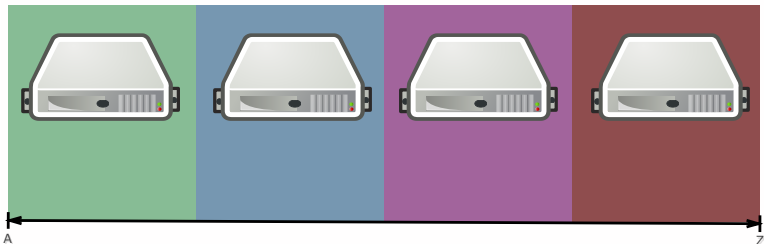
Motivação: sistemas chave-valor



Motivação: sistemas chave-valor



Motivação: sistemas chave-valor



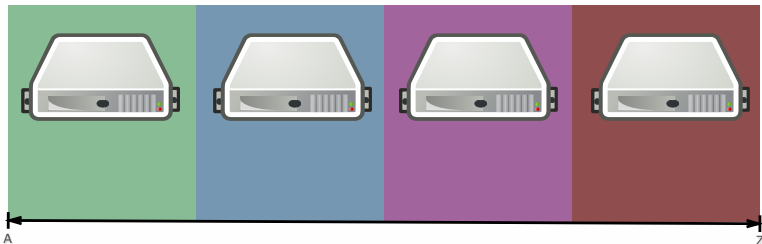
```
ID:      sleazyparis1
Nome:    Motel Sleazy
Preço:   10€
Cidade:  Paris
Estrelas: 1
TLF:     871898283033
Animais: Sim
Postal:  Paris-7723
Categoria: Motel
(-)
```



TÉCNICO
LISBOA



Motivação: sistemas chave-valor



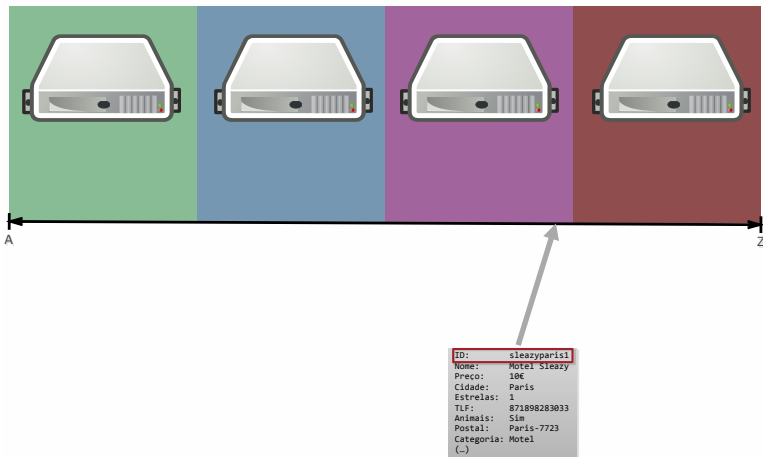
```
ID: sleazyparis1
Nome: Motel Sleazy
Preço: 10€
Cidade: Paris
Estrelas: 1
TLF: 871898283033
Animais: Sim
Postal: Paris-7723
Categoria: Motel
(-)
```



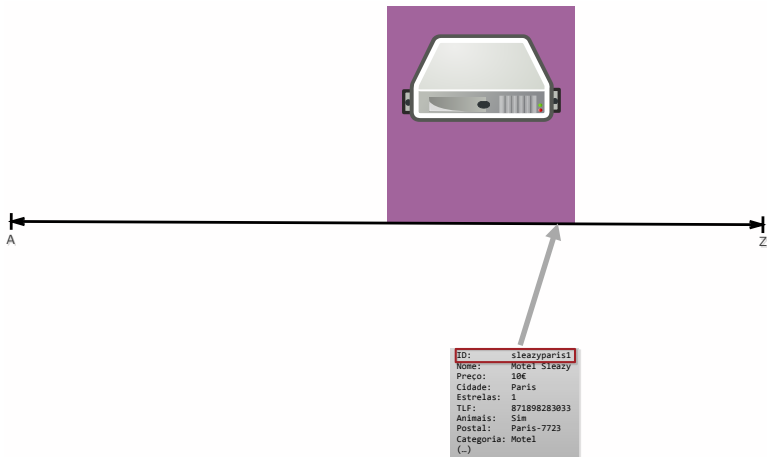
TÉCNICO
LISBOA



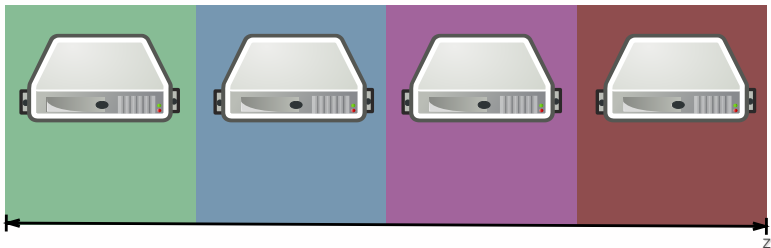
Motivação: sistemas chave-valor



Motivação: sistemas chave-valor



Motivação: sistemas chave-valor



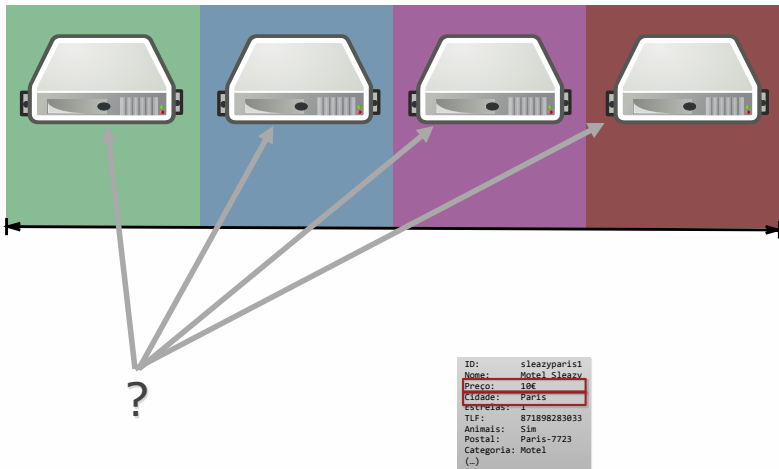
```
ID:      sleazyparis1
Nome:    Motel Sleazy
Preço:   10€
Cidade:  Paris
Estreias: 1
TLF:     871898283033
Animais: Sim
Postal:  Paris-7723
Categoria: Motel
(-)
```



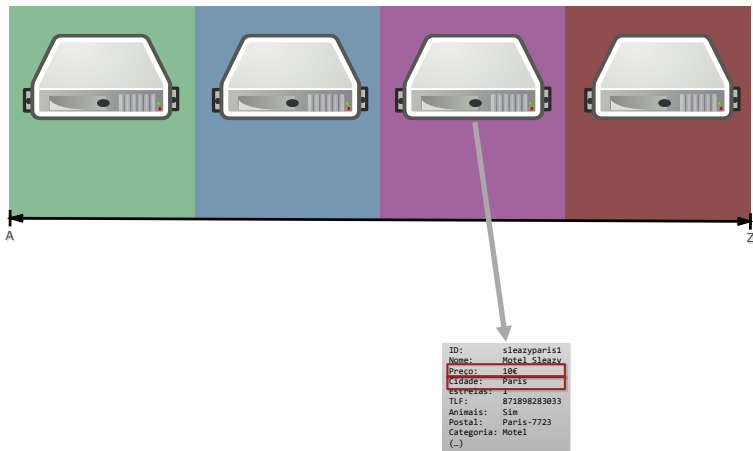
TÉCNICO
LISBOA



Motivação: sistemas chave-valor



Motivação: sistemas chave-valor



Motivação

Sistemas multi-dimensionais

Soluções para melhorar interface dos sistemas de armazenamento

- ▶ Suportam operações usando atributos secundários
- ▶ Bom desempenho
- ▶ Grande escalabilidade
- ▶ Configuração complexa



TÉCNICO
LISBOA



Motivação

Sistemas multi-dimensionais

Soluções para melhorar interface dos sistemas de armazenamento

- ▶ Suportam operações usando atributos secundários
- ▶ Bom desempenho
- ▶ Grande escalabilidade
- ▶ Configuração complexa

Motivação: sistemas multi-dimensionais

ID: alifparis1
Nome: Hotel Alif
Preço: 30€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 35192900912
Animais: Não
Postal: Lisboa-1233
Categoria: Hotel
(...)

ID: sleazyparis1
Nome: Motel Sleazy
Preço: 10€
Cidade: Paris
Estrelas: 1
TLF: 871898283033
Animais: Sim
Postal: Paris-7723
Categoria: Motel
(...)

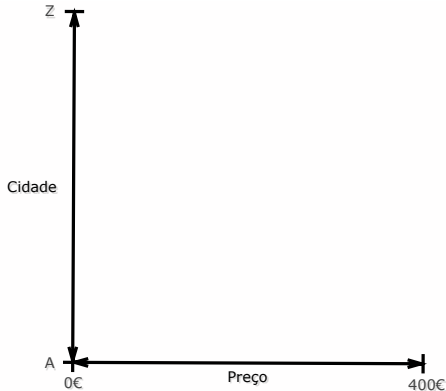
ID: ibisparis1
Nome: Hotel Ibis
Preço: 50€
Cidade: Paris
Estrelas: 3
TLF: 87188190021
Animais: Não
Postal: Paris-1194
Categoria: Hotel
(...)

ID: tivolilx1
Nome: Hotel Tivoli
Preço: 90€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 351923821911
Animais: Não
Postal: Lisboa-1000
Categoria: Hotel
(...)

ID: hiltonparis1
Nome: Hotel Hilton
Preço: 250€
Cidade: Paris
Estrelas: 5
TLF: 87162801020
Animais: Não
Postal: Paris-1291
Categoria: Hotel
(...)



Motivação: sistemas multi-dimensionais



ID: alifparis1
Nome: Hotel Alif
Preço: 30€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 35192900912
Animais: Não
Postal: Lisboa-1233
Categoria: Hotel
(...)

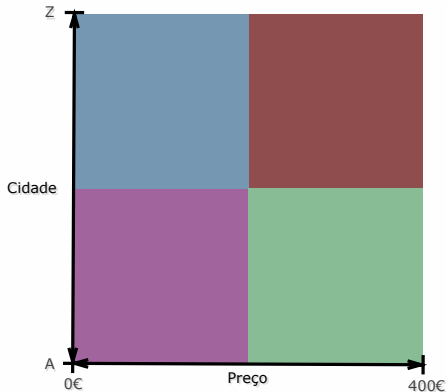
ID: sleazyparis1
Nome: Motel Sleazy
Preço: 10€
Cidade: Paris
Estrelas: 1
TLF: 871898283033
Animais: Sim
Postal: Paris-7723
Categoria: Motel
(...)

ID: ibisparis1
Nome: Hotel Ibis
Preço: 50€
Cidade: Paris
Estrelas: 3
TLF: 87188190021
Animais: Não
Postal: Paris-1194
Categoria: Hotel
(...)

ID: tivoli1x1
Nome: Hotel Tivoli
Preço: 90€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 351923821911
Animais: Não
Postal: Lisboa-1000
Categoria: Hotel
(...)

ID: hiltonparis1
Nome: Hotel Hilton
Preço: 250€
Cidade: Paris
Estrelas: 5
TLF: 87162801020
Animais: Não
Postal: Paris-1291
Categoria: Hotel
(...)

Motivação: sistemas multi-dimensionais



ID: alifparis1
Nome: Hotel Alif
Preço: 30€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 35192900912
Animais: Não
Postal: Lisboa-1233
Categoria: Hotel
(...)

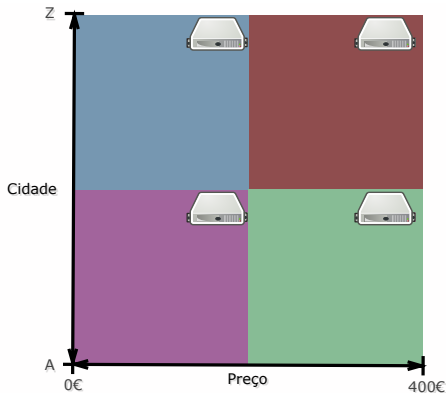
ID: sleazyparis1
Nome: Motel Sleazy
Preço: 10€
Cidade: Paris
Estrelas: 1
TLF: 871898283033
Animais: Sim
Postal: Paris-7723
Categoria: Motel
(...)

ID: ibisparis1
Nome: Hotel Ibis
Preço: 50€
Cidade: Paris
Estrelas: 3
TLF: 87188190021
Animais: Não
Postal: Paris-1194
Categoria: Hotel
(...)

ID: tivolilx1
Nome: Hotel Tivoli
Preço: 90€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 351923821911
Animais: Não
Postal: Lisboa-1000
Categoria: Hotel
(...)

ID: hiltonparis1
Nome: Hotel Hilton
Preço: 250€
Cidade: Paris
Estrelas: 5
TLF: 87162801020
Animais: Não
Postal: Paris-1291
Categoria: Hotel
(...)

Motivação: sistemas multi-dimensionais



ID: alifparis1
Nome: Hotel Alif
Preço: 30€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 35192900912
Animais: Não
Postal: Lisboa-1233
Categoria: Hotel
(...)

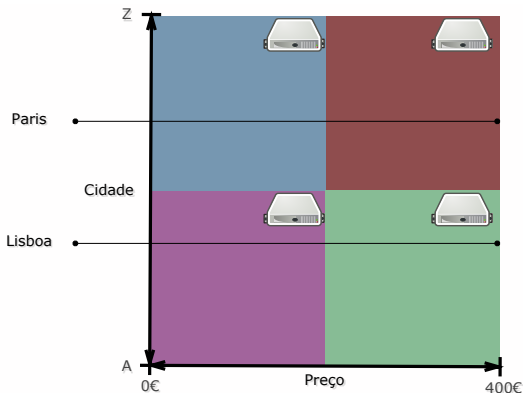
ID: sleazyparis1
Nome: Motel Sleazy
Preço: 10€
Cidade: Paris
Estrelas: 1
TLF: 871898283033
Animais: Sim
Postal: Paris-7723
Categoria: Motel
(...)

ID: ibisparis1
Nome: Hotel Ibis
Preço: 50€
Cidade: Paris
Estrelas: 3
TLF: 87188190021
Animais: Não
Postal: Paris-1194
Categoria: Hotel
(...)

ID: tivoli1x1
Nome: Hotel Tivoli
Preço: 90€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 351923821911
Animais: Não
Postal: Lisboa-1000
Categoria: Hotel
(...)

ID: hiltonparis1
Nome: Hotel Hilton
Preço: 250€
Cidade: Paris
Estrelas: 5
TLF: 87162801020
Animais: Não
Postal: Paris-1291
Categoria: Hotel
(...)

Motivação: sistemas multi-dimensionais



ID: alifparis1
Nome: Hotel Alif
Preço: 30€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 35192900912
Animais: Não
Postal: Lisboa-1233
Categoria: Hotel
(...)

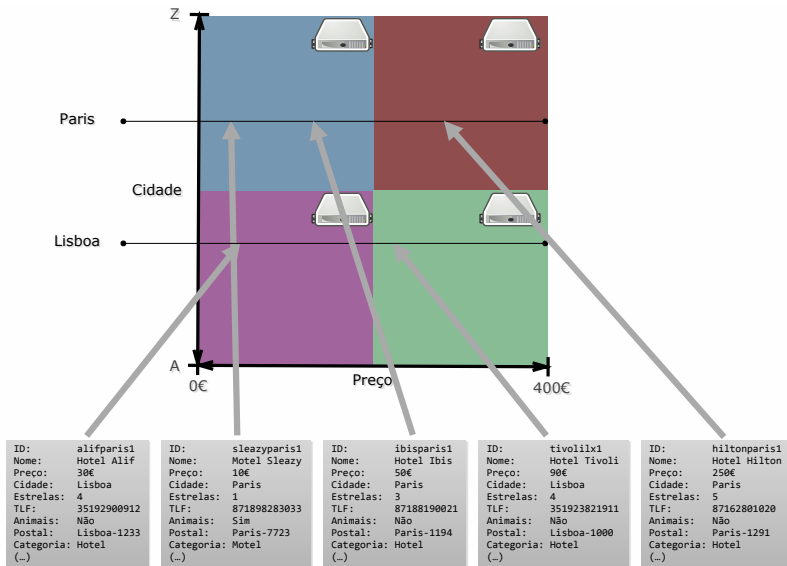
ID: sleazyparis1
Nome: Motel Sleazy
Preço: 10€
Cidade: Paris
Estrelas: 1
TLF: 871898283033
Animais: Sim
Postal: Paris-7723
Categoria: Motel
(...)

ID: ibisparis1
Nome: Hotel Ibis
Preço: 50€
Cidade: Paris
Estrelas: 3
TLF: 87188190021
Animais: Não
Postal: Paris-1194
Categoria: Hotel
(...)

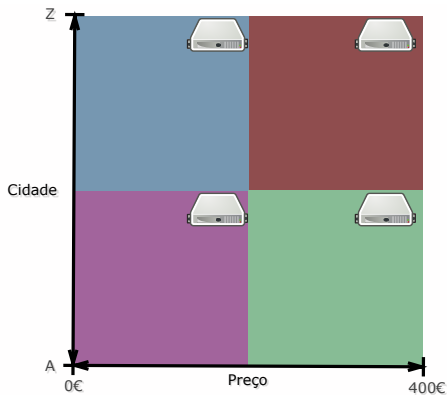
ID: tivoli1x1
Nome: Hotel Tivoli
Preço: 90€
Cidade: Lisboa
Estrelas: 4
TLF: 351923821911
Animais: Não
Postal: Lisboa-1000
Categoria: Hotel
(...)

ID: hiltonparis1
Nome: Hotel Hilton
Preço: 250€
Cidade: Paris
Estrelas: 5
TLF: 87162801020
Animais: Não
Postal: Paris-1291
Categoria: Hotel
(...)

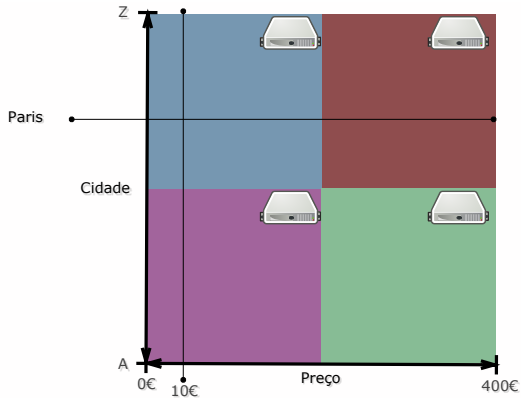
Motivação: sistemas multi-dimensionais



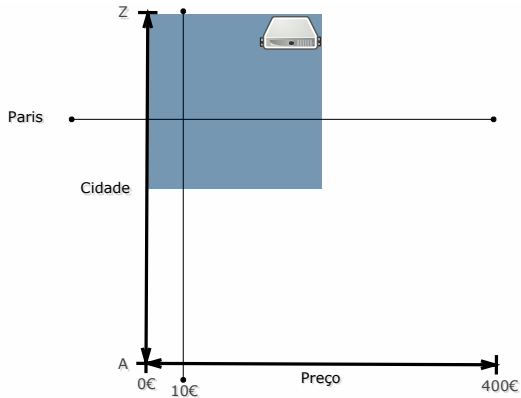
Motivação: sistemas multi-dimensionais



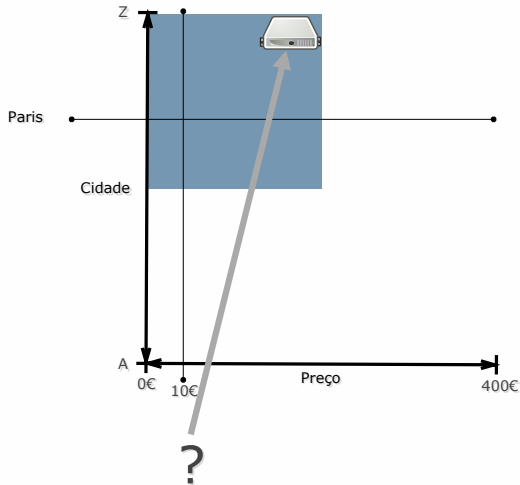
Motivação: sistemas multi-dimensionais



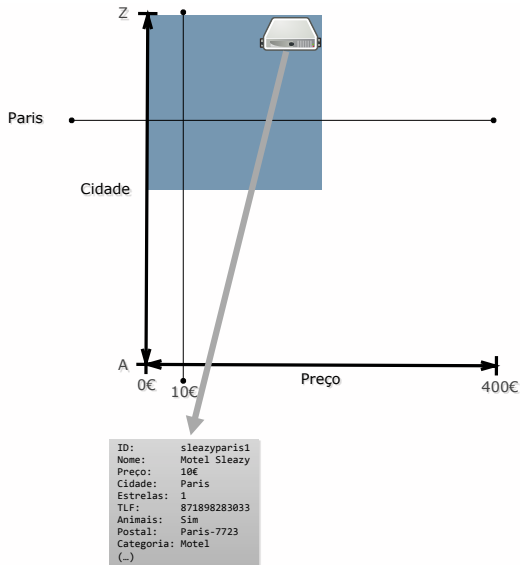
Motivação: sistemas multi-dimensionais



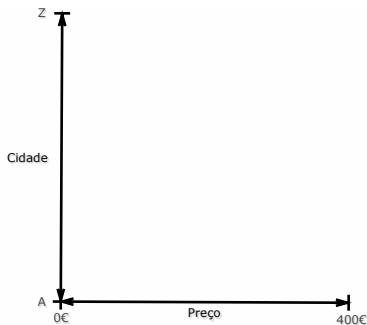
Motivação: sistemas multi-dimensionais



Motivação: sistemas multi-dimensionais



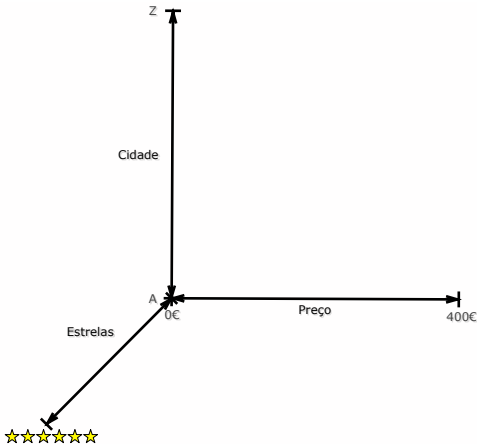
Motivação: configuração de sistemas multi-dimensionais



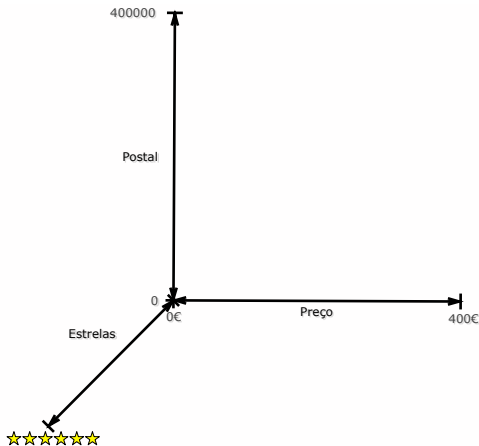
TÉCNICO
LISBOA



Motivação: configuração de sistemas multi-dimensionais



Motivação: configuração de sistemas multi-dimensionais



Motivação: configuração de sistemas multi-dimensionais

127 configurações para 7 atributos!

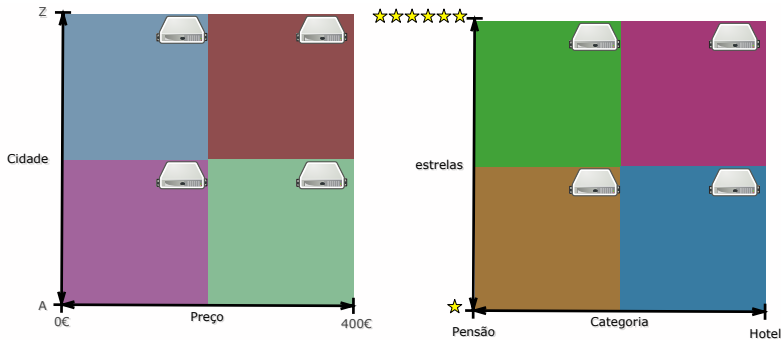
- ▶ Preço, Postal, Animais, Estrelas, Categoria, Nome, Telefone
- ▶ Postal, Animais, Estrelas, Categoria, Nome, Telefone
- ▶ Preço, Animais, Estrelas, Nome, Telefone
- ▶ Preço, Postal, Animais, Categoria
- ▶ Estrelas, Nome
- ▶ Preço, Estrelas
- ▶ Animais
- ▶ Preço
- ▶ ...



TÉCNICO
LISBOA



Motivação: configuração de sistemas multi-dimensionais



Motivação: configuração de sistemas multi-dimensionais

4149 configurações para 7 atributos!

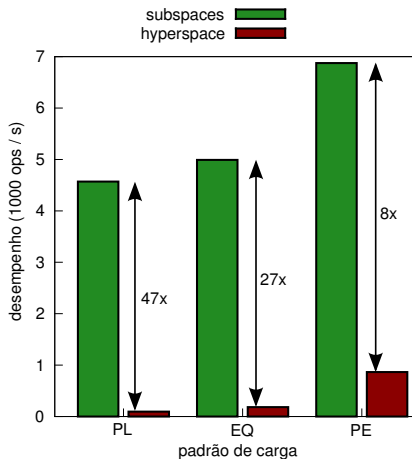
- ▶ $\langle \text{Preço}, \text{Postal}, \text{Animais}, \text{Nome}, \text{Telefone} \rangle, \langle \text{Estrelas} \rangle$
- ▶ $\langle \text{Postal}, \text{Estrelas}, \text{Categoria}, \text{Nome}, \text{Telefone} \rangle, \langle \text{Preço} \rangle$
- ▶ $\langle \text{Preço}, \text{Animais}, \text{Estrelas}, \text{Nome}, \text{Telefone} \rangle$
- ▶ $\langle \text{Preço}, \text{Postal}, \text{Animais}, \text{Categoria} \rangle$
- ▶ $\langle \text{Estrelas}, \text{Nome} \rangle, \langle \text{Postal}, \text{Animais} \rangle$
- ▶ $\langle \text{Animais} \rangle, \langle \text{Estrelas}, \text{Nome} \rangle$
- ▶ $\langle \text{Preço} \rangle, \langle \text{Estrelas} \rangle, \langle \text{Animais} \rangle$
- ▶ ...



TÉCNICO
LISBOA



Motivação: configuração de sistemas multi-dimensionais



Objectivos

1. Compreender os sistemas multi-dimensionais
2. Criar técnicas para auto-configurar sistemas multi-dimensionais

Contribuições

1. Modelo preditivo do desempenho do HyperDex
2. Arquitectura para auto-configurar o HyperDex

Estrutura da apresentação

Introdução

Modelação

Auto-configuração do HyperDex

Conclusões

Modelação

Pressupostos

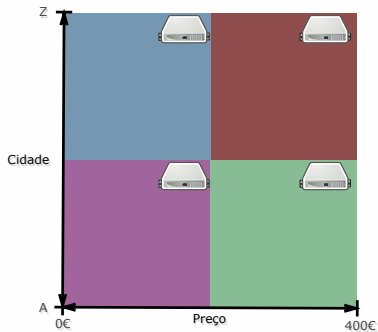
- ▶ Sistema configurado para máximo desempenho
- ▶ Desempenho limitado pelo processador
- ▶ Largura de banda não limitativa de desempenho

Modelação: Pesquisas

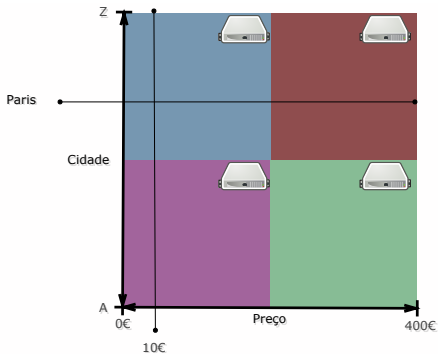
Intuição

Custo proporcional ao número de regiões contactadas.

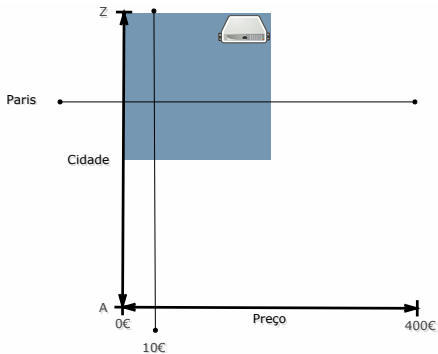
Modelação: Pesquisas



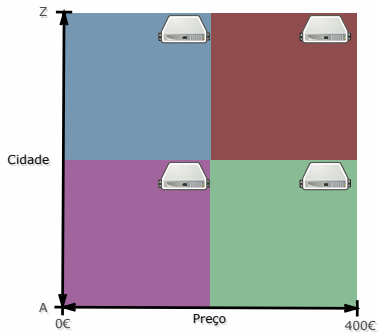
Modelação: Pesquisas



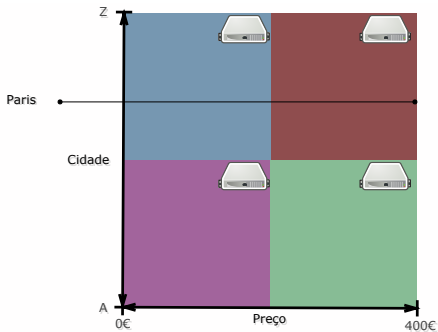
Modelação: Pesquisas



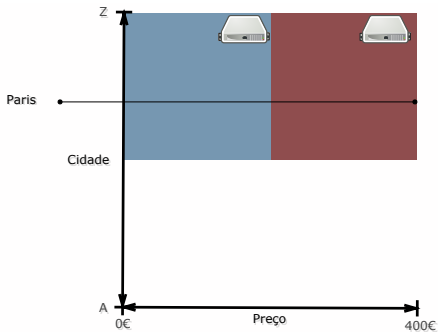
Modelação: Pesquisas



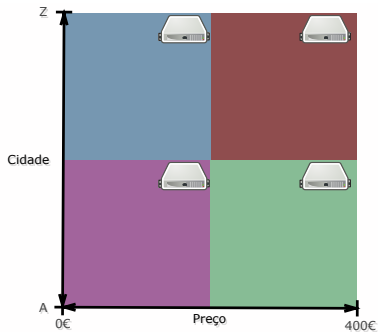
Modelação: Pesquisas



Modelação: Pesquisas



Modelação: Pesquisas



Modelação: Pesquisas

Para qualquer configuração $\mathcal{S}_i \in \mathcal{S}$ e pesquisa $\mathcal{Q}_i$, o número de regiões contactado é:

$$\mathcal{CR}^{exp}(\mathcal{Q}_i) = |\mathcal{S}_i| \sqrt{\mathcal{R}}^{|E|} \quad \text{em que: } E = \mathcal{S}_i \setminus \mathcal{Q}_i \quad (1)$$

$$\mathcal{T}^{exp}(\mathcal{Q}_i) = \frac{1}{\frac{|\mathcal{Q}^S|}{\sum_{i=0} (custo(\mathcal{Q}_i) \times p_i)}} \quad (2)$$



TÉCNICO
LISBOA



Modelação: Pesquisas

Para qualquer configuração $\mathcal{S}_i \in \mathcal{S}$ e pesquisa $\mathcal{Q}_i$, o número de regiões contactado é:

$$\mathcal{CR}^{exp}(\mathcal{Q}_i) = |\mathcal{S}_i| \sqrt{\mathcal{R}}^{|E|} \quad \text{em que: } E = \mathcal{S}_i \setminus \mathcal{Q}_i \quad (1)$$

$$T^{exp}(\mathcal{Q}_i) = \frac{1}{\frac{|\mathcal{Q}^S|}{\sum_{i=0} (custo(\mathcal{Q}_i) \times p_i)}} \quad (2)$$



TÉCNICO
LISBOA

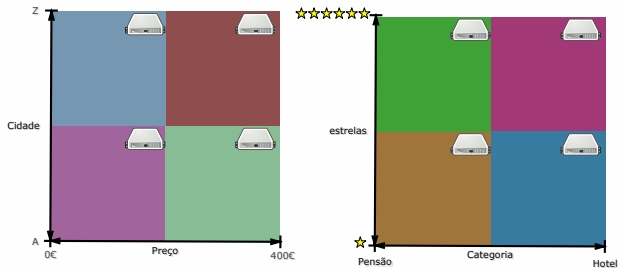


Modelação: Modificações

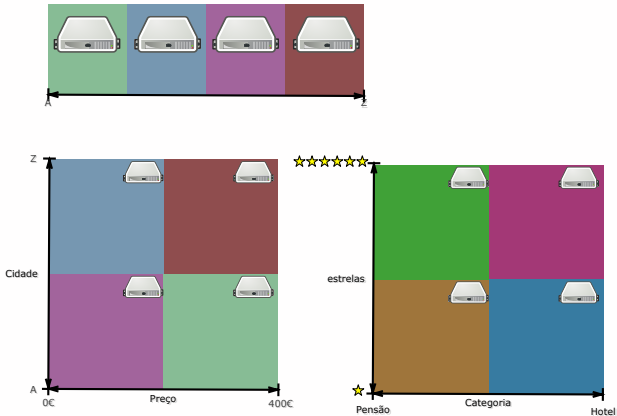
Intuição

Custo da modificação é proporcional ao comprimento da cadeia de replicação envolvida.

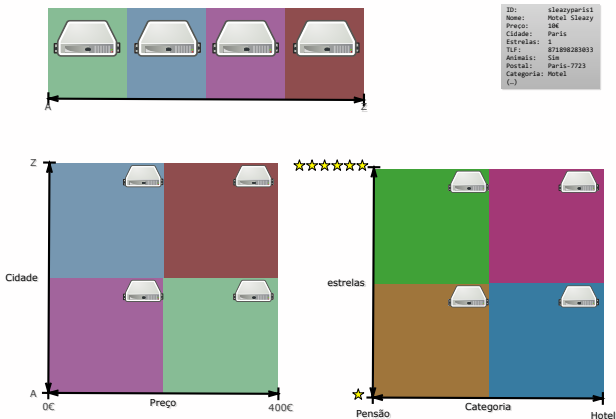
Modelação: Modificações



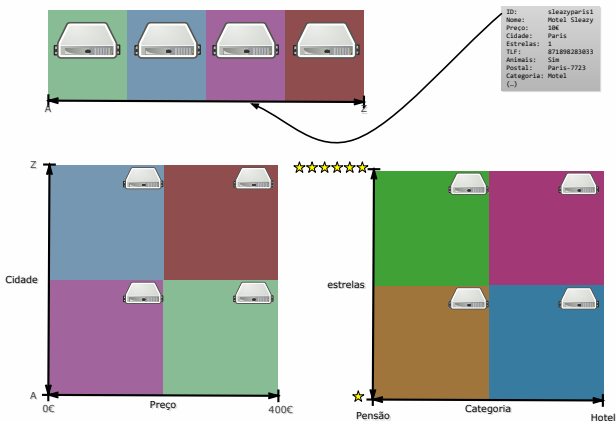
Modelação: Modificações



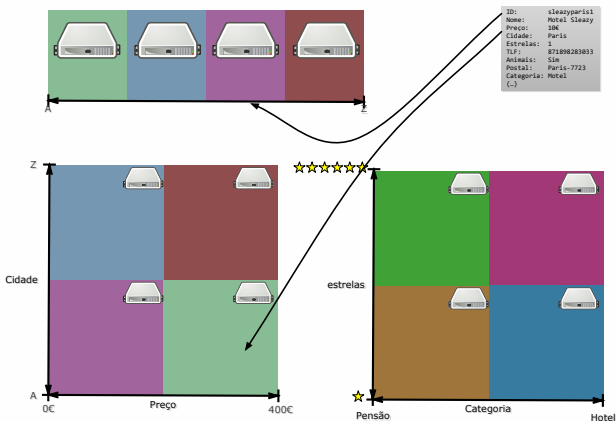
Modelação: Modificações



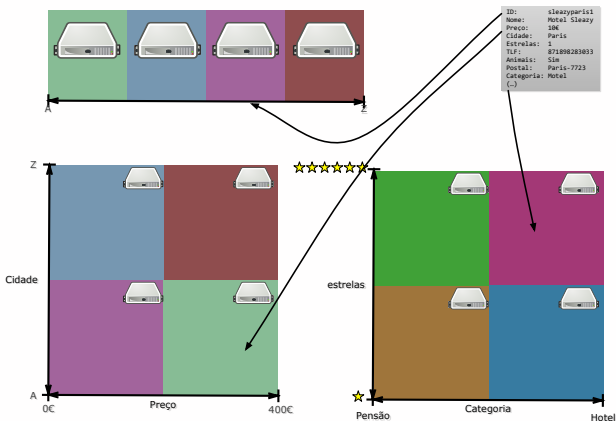
Modelação: Modificações



Modelação: Modificações



Modelação: Modificações



Modelação: Modificações

$$T^{exp}(Q_i) = \frac{T_{max}}{1 + \mathcal{K}(1 + |\mathcal{N}| + 2\alpha|\mathcal{M}|)} \quad (3)$$

Modelação: avaliação da precisão

Padrões de carga

- ▶ **A:** Pesquisas muito específicas
- ▶ **B:** Pesquisas muito amplas

Variantes

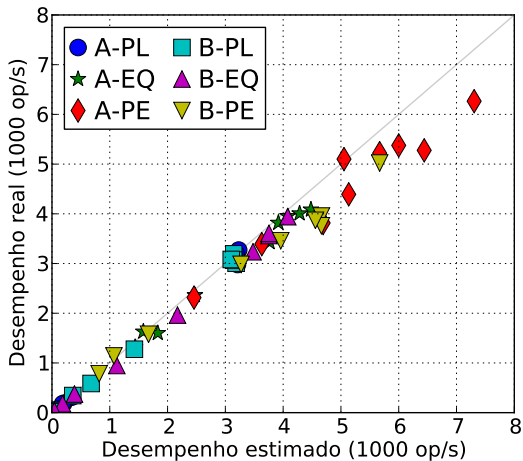
- ▶ **PL:** Principalmente Leituras
- ▶ **PE:** Principalmente Escritas
- ▶ **EQ:** Equilibrado



TÉCNICO
LISBOA



Modelação: avaliação da precisão



Estrutura da apresentação

Introdução

Modelação

Auto-configuração do HyperDex

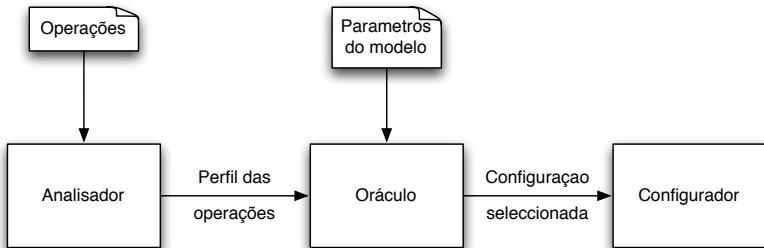
Conclusões



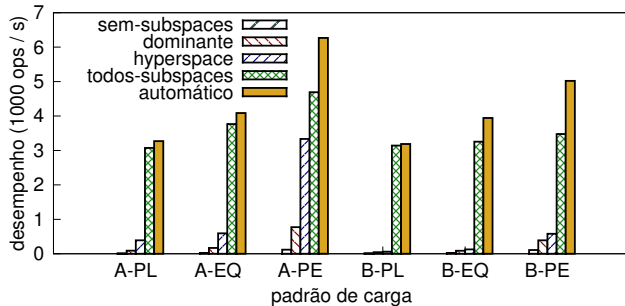
TÉCNICO
LISBOA



Arquitectura



Arquitetura: Comparação com heurísticas



Estrutura da apresentação

Introdução

Modelação

Auto-configuração do HyperDex

Conclusões

Conclusões

- ▶ Solução para auto-configuração do HyperDex
- ▶ Modelo preditivo de desempenho do HyperDex
- ▶ Modelo com precisão de 92%.
- ▶ Supera heurísticas estáticas.



TÉCNICO
LISBOA



Obrigado



TÉCNICO
LISBOA

