

TECNOLOGIAS DE PROGRAMAÇÃO DE SISTEMAS DE  
INFORMAÇÃO

# MongoDB

SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II | Prof. Magno  
Andrade | Prof. Jorge Louro

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Conteúdo da apresentação**
  - Índices
    - Tipos
    - Propriedades
    - Gestão

# ÍNDICES

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Introdução**

- Os índices são utilizados para tornar as pesquisas mais eficientes.
- Sem os índices, é realizada uma pesquisa completa na colecção (procurar em cada documento da colecção).
- Com a existência do índice apropriado, este pode ser usado na pesquisa para limitar o número de documentos que tem de inspeccionar.

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

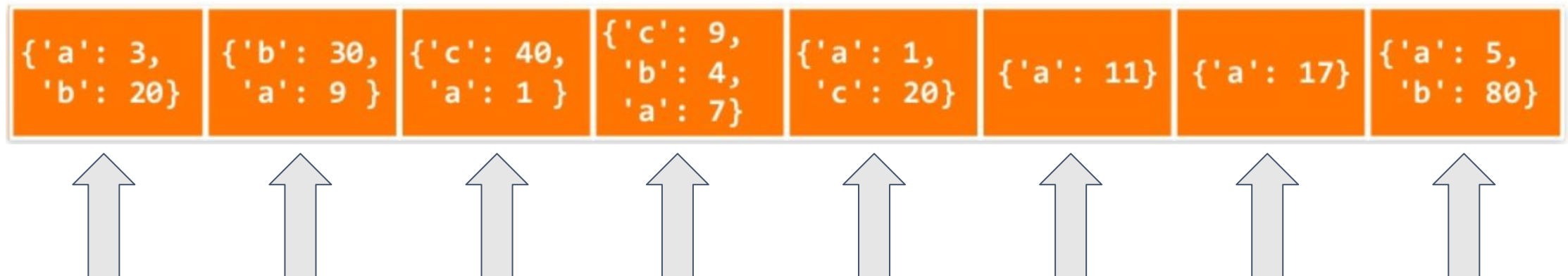


- Pesquisa sem índice - Exemplo

- `db.test.find({a: 5})`

- Irá ser inspeccionado todos os documentos da colecção **test**, até encontrar-se o documento com o critério de pesquisa.

- Documentos inspeccionados: 8





UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

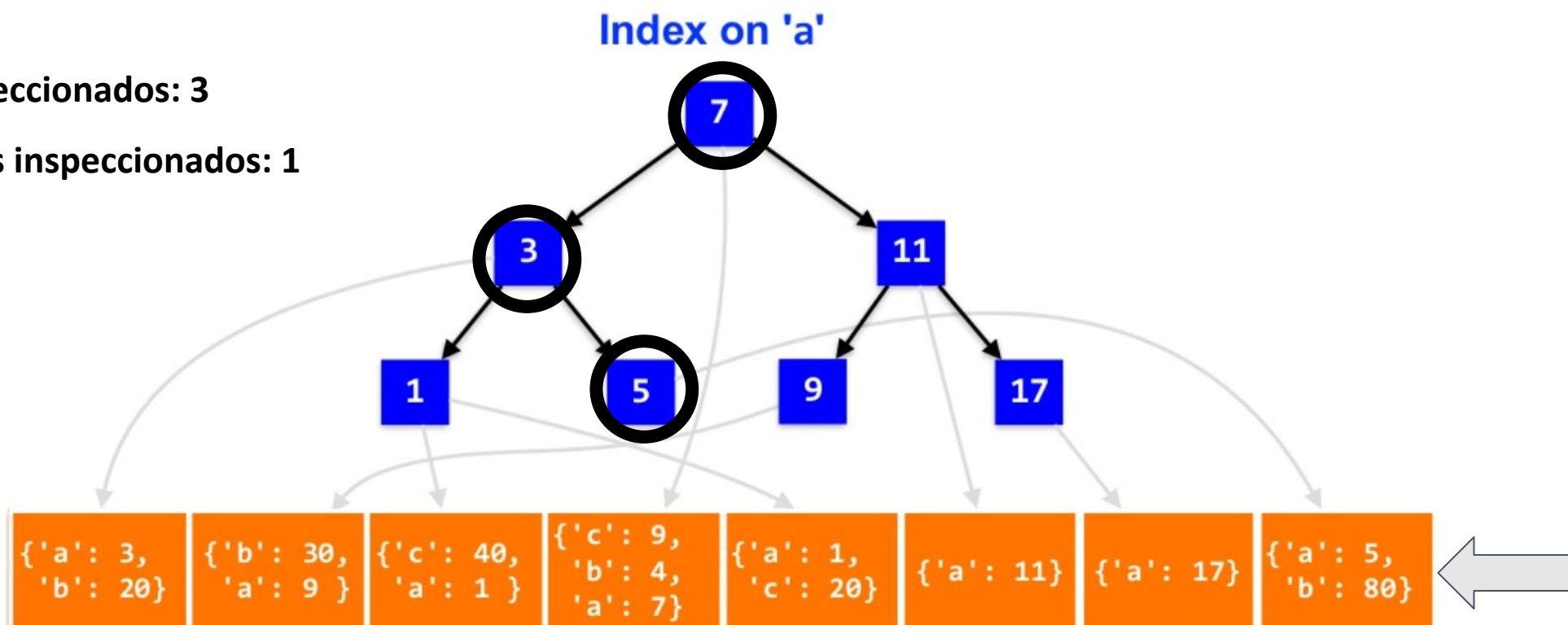
- Pesquisa com índice - Exemplo

- `db.test.find({a: 5})`



→ Índices inspeccionados: 3

→ Documentos inspeccionados: 1



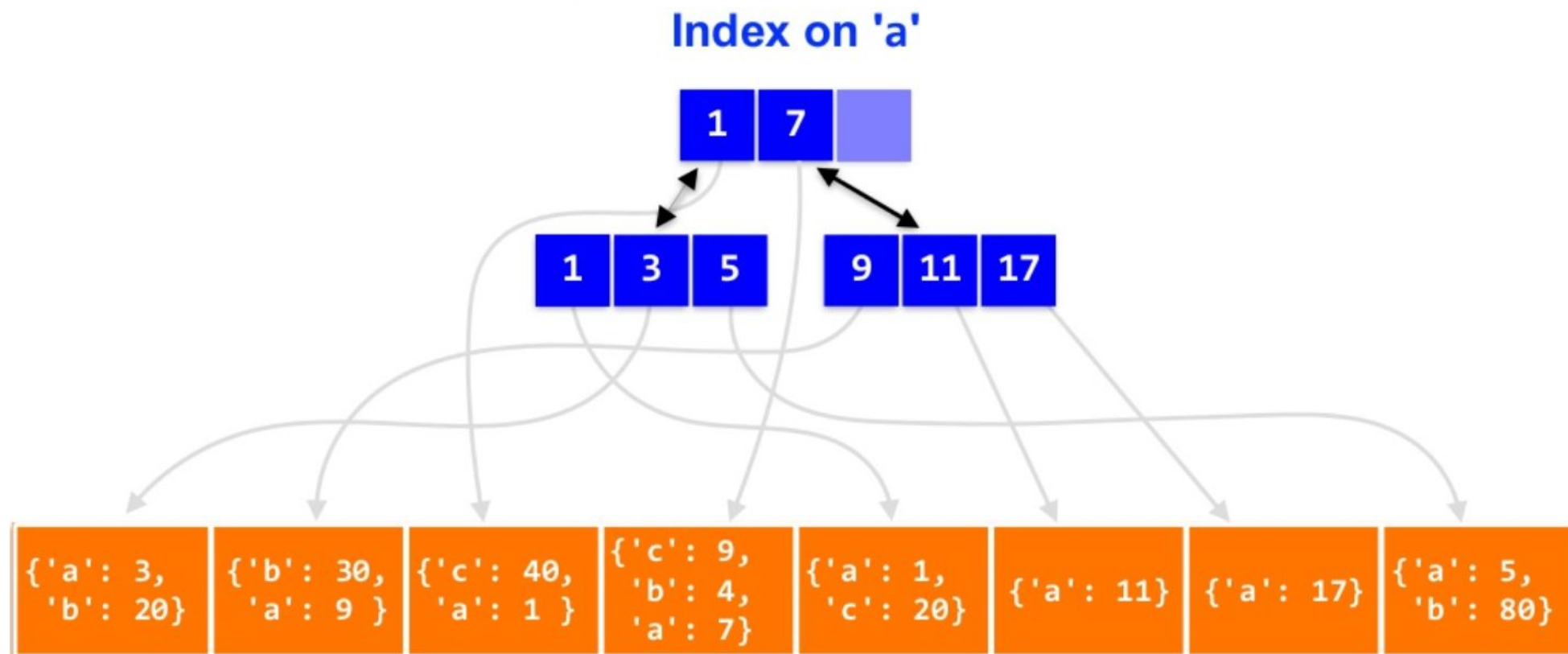
UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

- Índices do MongoDB -> *B-Trees* - Exemplo

- `db.test.createIndex({a: 1})`



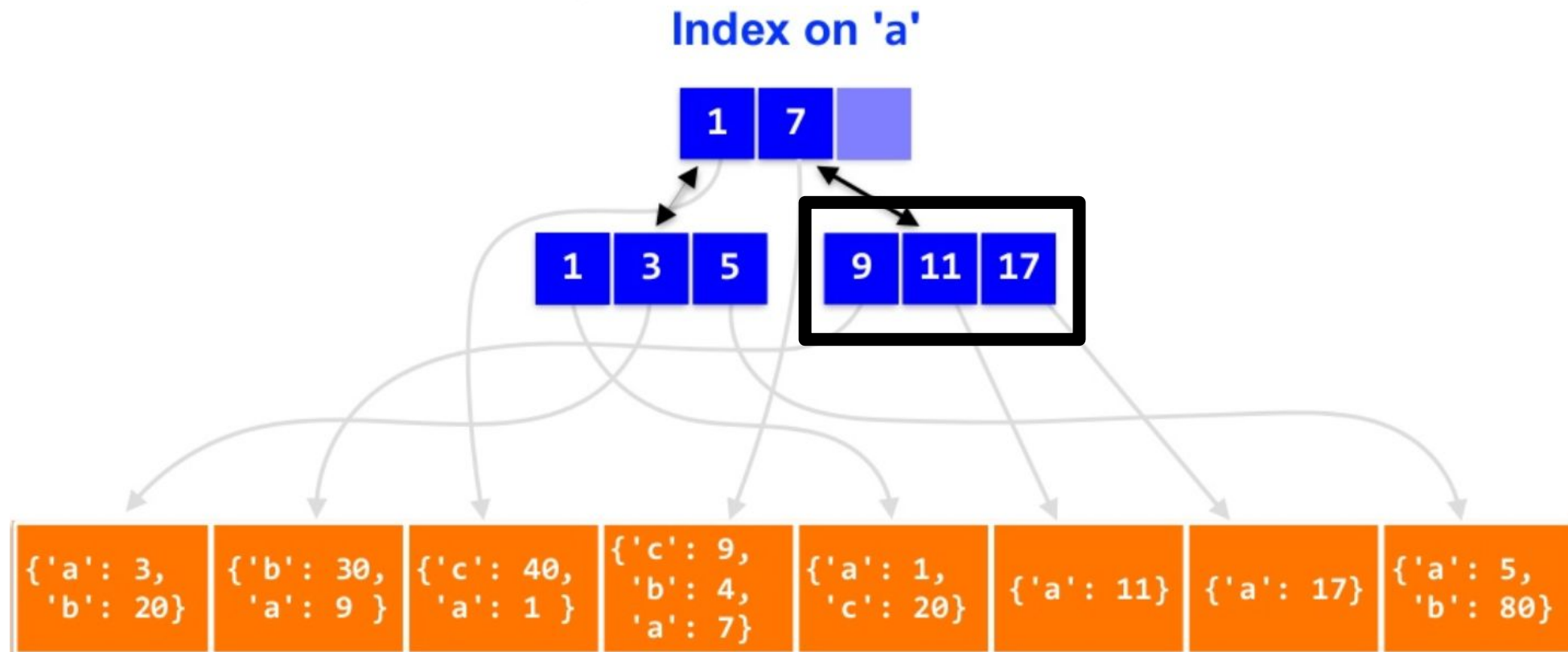
mongoDB®



UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

- Índices do MongoDB -> *B-Trees* - Exemplo

- `db.test.find({a: {$gte:9, $lte:17}})`





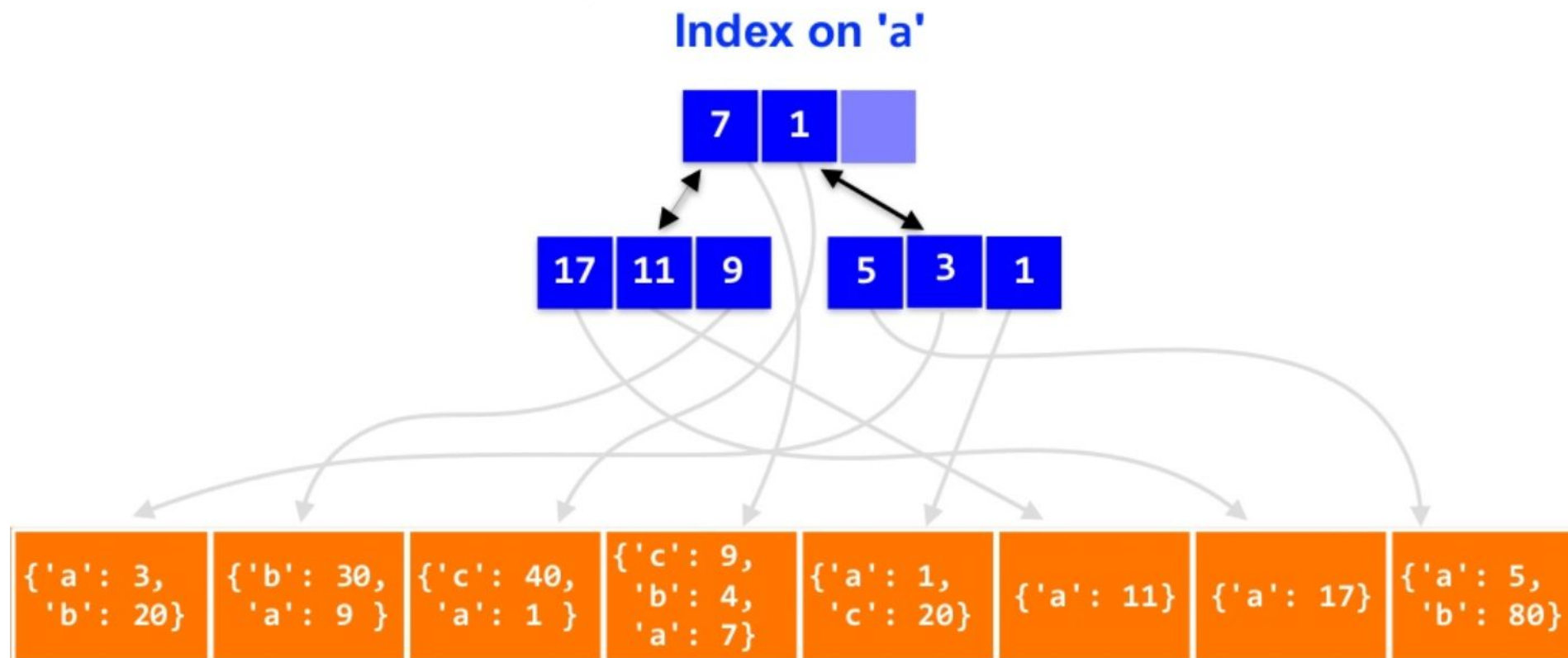
UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

- Índices do MongoDB -> *B-Trees* - Exemplo

- `db.test.createIndex({a: -1})`



mongoDB®



UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Índices do MongoDB -> *B-Trees***

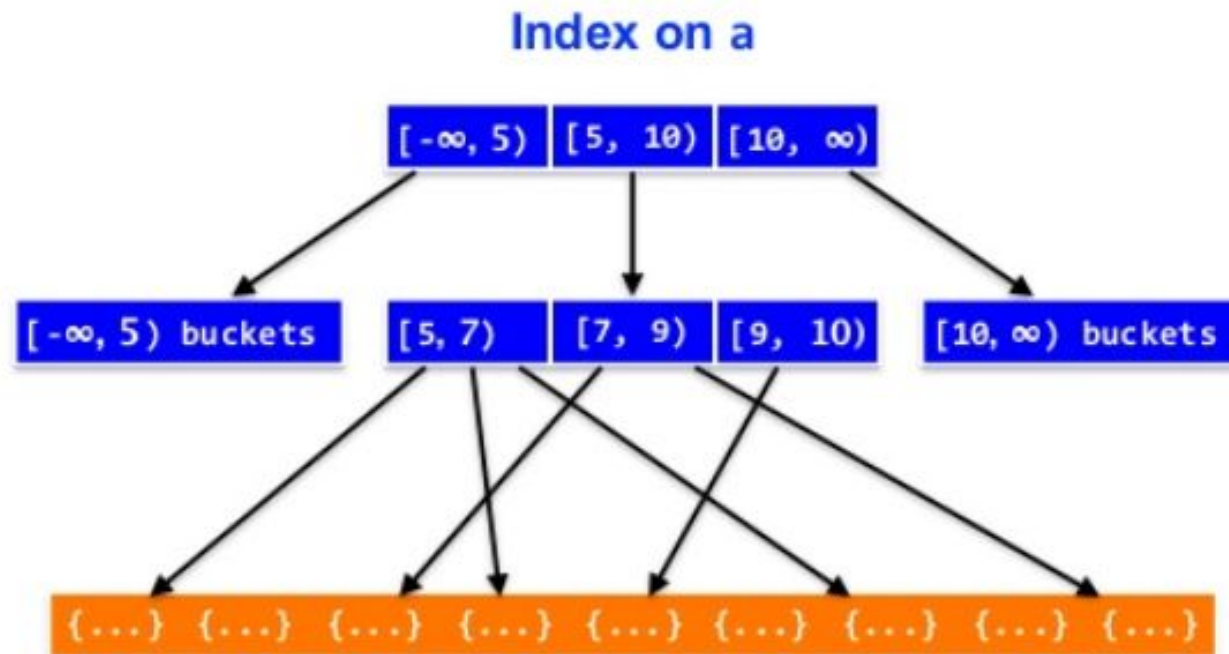
- É uma estrutura de dados em árvore que mantém os dados ordenados, permitindo pesquisas e acesso sequencial.
- É uma generalização da árvore de pesquisa binária, em que um nó pode ter mais de dois filhos.
- Está otimizada para sistemas que leem e escrevem grande blocos de dados.

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



mongoDB®

- Índices do MongoDB -> *B-Trees*



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Índices do MongoDB**

- Os índices são estruturas especiais, que guardam uma pequena parte do conjunto de dados, de uma forma fácil de percorrer.
- O índice guarda o valor de um ou vários campos específicos, ordenados pelo valor do campo.

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

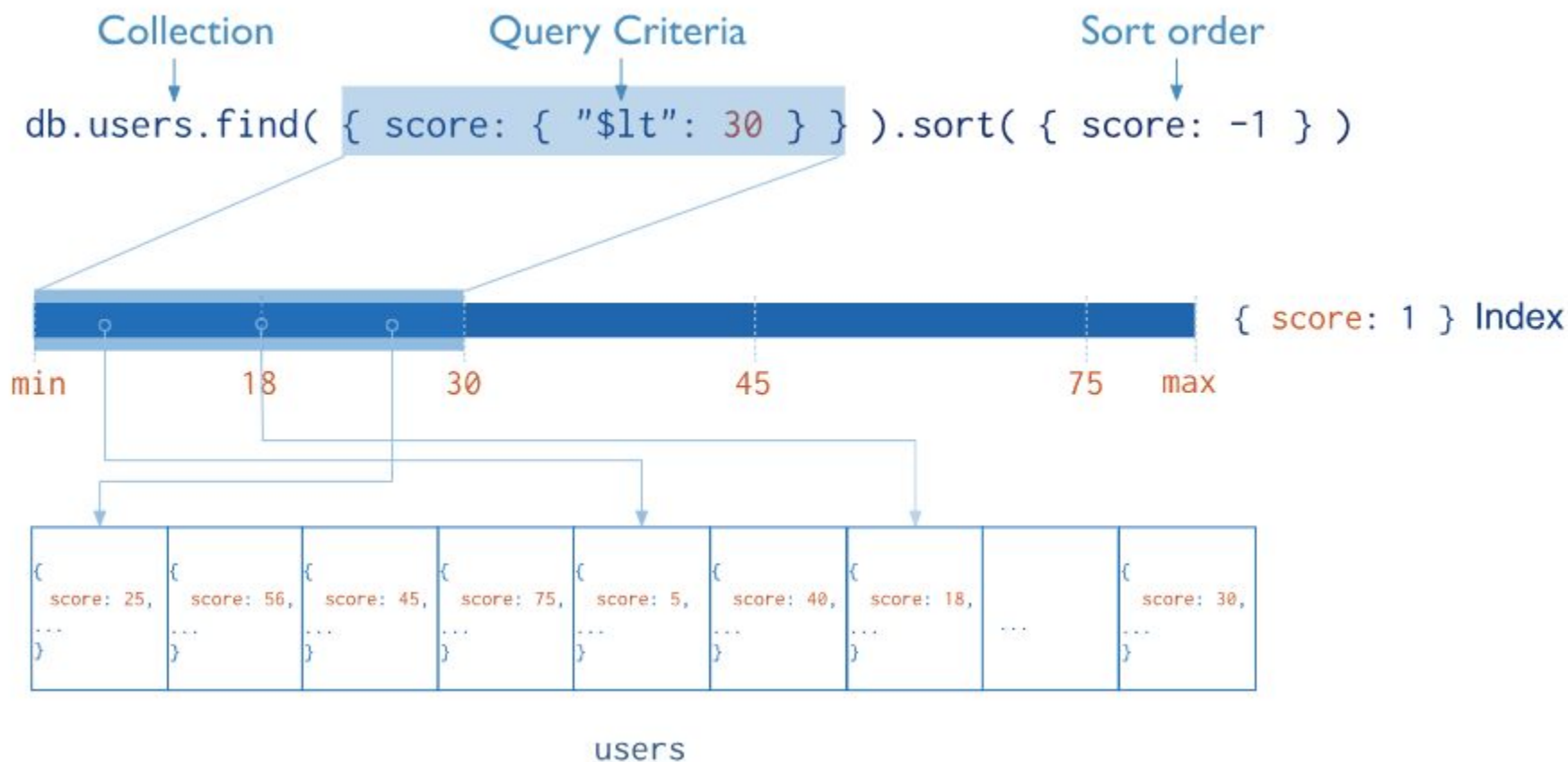


- **Índices do MongoDB (cont.)**
  - A ordenação das entradas do índice suporta correspondências de igualdade e operações de *queries* com base num intervalo.
  - O *MongoDB* pode retornar os resultados ordenados usando a ordenação no índice criado.



UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

- Índices do MongoDB - Exemplo



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Índices do MongoDB - Exemplo**

- A imagem do slide anterior, apresenta uma pesquisa que selecciona e ordena os documentos obtidos utilizando um índice.
- Os índices no *MongoDB* são similares aos utilizados em outros SGBDs.
- No *MongoDB*, os índices são definidos ao nível da colecção e são suportados em qualquer campo ou subcampo de documentos.

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- Índices do MongoDB - Campo **\_id**

- O *MongoDB* cria um índice único para o campo ***\_id***, durante a criação de uma colecção.
- O índice ***\_id*** evita que sejam inseridos dois documentos com o mesmo valor no campo ***\_id***.
- Não é possível apagar o índice do campo ***\_id***.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- Índices do MongoDB - Criar um índice
  - Para a criação de um índice é utilizada a seguinte sintaxe:
    - `db.collection.createIndex( <key and index type specification>, <options> )`
  - Exemplo:
    - `db.collection.createIndex( { name: -1 } )`
    - É criado um índice para o campo ***name***.
    - Este índice só é criado se não existir um índice com a mesma especificação.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- Campo único

- Em conjunto com o índice definido no campo ***\_id***, é suportada a criação de índices ascendentes/descendentes pelo utilizador, num só campo de um documento.



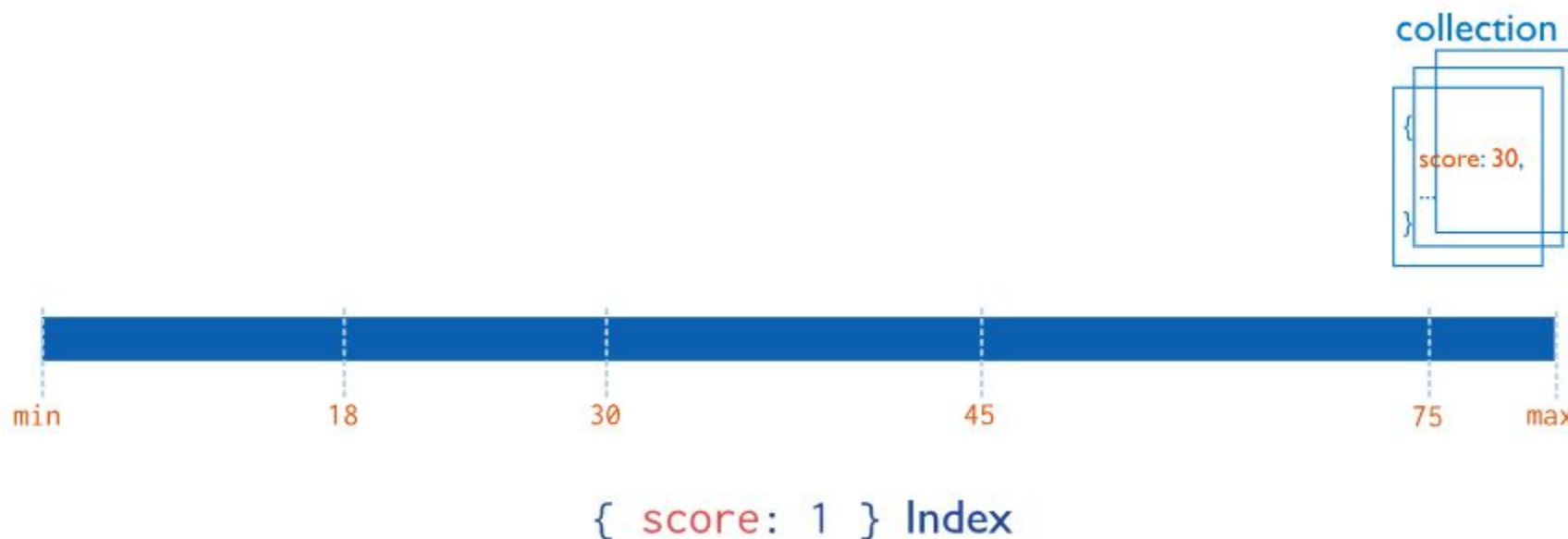
UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- Tipos de Índices

- Campo único

- Para um índice de campo único e operações de ordenação, a ordem de ordenação (ascendente ou descendente) da chave do índice não importa porque o **MongoDB** consegue pesquisar em ambas as direcções.



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



# mongoDB®

- **Tipos de Índices**

- Campo único - Exemplo de índice num campo simples

- Tendo em conta o seguinte documento:

- {  
  "\_id": ObjectId("570c04a4ad233577f97dc459"),  
  "score": 1034,  
  "location": { state: "NY", city: "New York" }  
}

- Aplicando o seguinte comando:

- db.records.createIndex( { score: 1 } )

- É criado um índice ascendente no campo **score**.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- Campo único - Exemplo de índice num campo simples
  - O valor do campo na especificação do índice descreve o tipo de índice para o campo.
    - Valor 1 especifica um índice que ordena os itens em ordem ascendente.
    - Valor -1 especifica um índice que ordena os itens em ordem descendente.
  - O índice criado vai suportar *queries* que utilizem o campo **score**, como por exemplo:
    - `db.records.find( { score: 2 } )`
    - `db.records.find( { score: { $gt: 10 } } )`

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



mongoDB®

- **Tipos de Índices**

- Campo único - Exemplo de índice num campo “aninhado”

- Tendo em conta o seguinte documento:

- {  
    "\_id": ObjectId("570c04a4ad233577f97dc459"),  
    "score": 1034,  
    "location": { state: "NY", city: "New York" }  
  }

- Aplicando o seguinte comando:

- db.records.createIndex( { "location.state": 1 } )

- É criado um índice no campo “aninhado” -> “location.state”

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- Tipos de Índices

- Campo único - Exemplo de índice num campo “aninhado”
  - Estes índices num campo “aninhado” diferem dos índices em documentos embebidos, em que é usado todo o conteúdo do documento como índice.
  - O índice criado vai suportar *queries*, que utilizem o campo **state** do documento embebido **location**, como por exemplo:
    - `db.records.find( { "location.state": "CA" } )`
    - `db.records.find( { "location.city": "Albany", "location.state": "NY" } )`



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- Campo único - Exemplo de índice num documento embebido

- Tendo em conta o seguinte documento:

- {  
    "\_id": ObjectId("570c04a4ad233577f97dc459"),  
    "score": 1034,  
    "location": { state: "NY", city: "New York" }  
  }

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- Campo único - Exemplo de índice num documento embebido
  - O campo ***location*** tem um documento embebido com dois campos (***state*** e ***city***).
  - Aplicando o seguinte comando:
    - `db.records.createIndex( { location: 1 } )`
  - É criado um índice no campo ***location*** como um todo.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- Campo único - Exemplo de índice num documento embebido

- Podem ser realizadas *queries* do seguinte tipo:

- `db.records.find( { location: { city: "New York", state: "NY" } } )`

- No entanto, este comando anterior apesar de utilizar o índice, não retorna nenhum documento porque a ordem dos campos tem de ser exactamente igual, ao presente nos documentos embebidos da colecção.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- Composto

- O utilizador pode criar também índices em múltiplos campos (composto), dentro de uma colecção.
- A ordem dos campos listados num índice composto tem importância.
- Para índices compostos e operações de ordenação, a ordem de ordenação (ascendente e descendente) das chaves de índice podem determinar se um índice suporta a operação de ordenação.

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

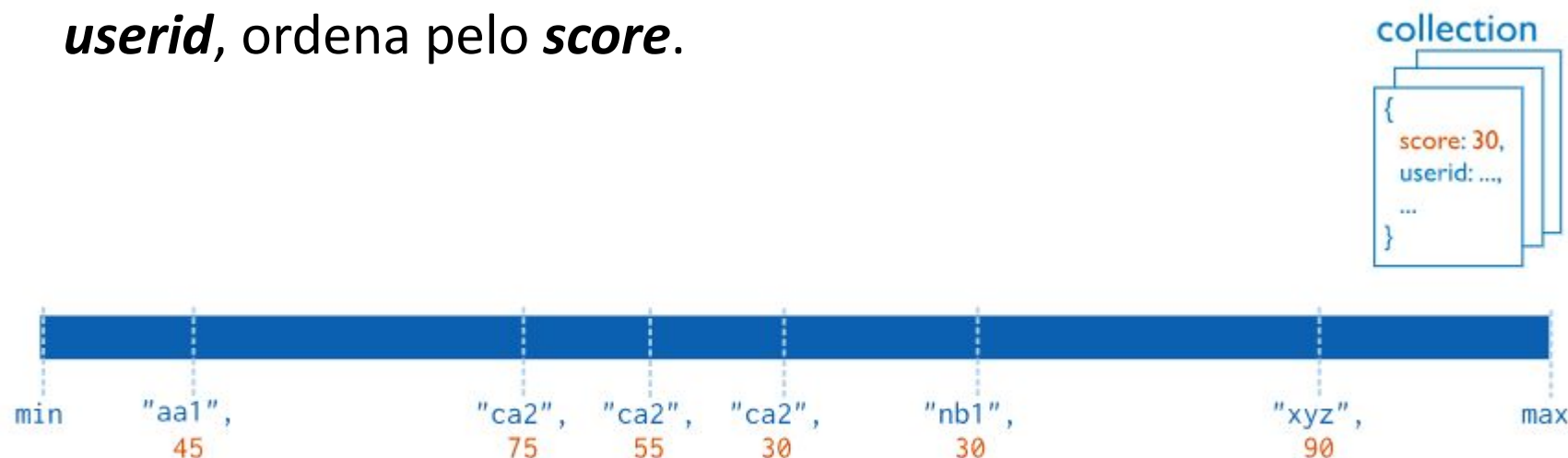
- Tipos de Índices

- Composto

- Por exemplo, se um índice composto consiste em { **userid**: 1, **score**: -1}, o índice ordena primeiro pelo **userid** e depois dentro de cada valor de **userid**, ordena pelo **score**.



mongoDB®



{ userid: 1, score: -1 } Index



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- Composto - criação

- Tem a seguinte sintaxe:

- `db.collection.createIndex( { <field1>: <type>, <field2>: <type2>, ... } )`

- O valor do campo na especificação do índice, descreve o tipo de índice para um dado campo.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**
  - Multichave
    - Usado para indexar o conteúdo que está guardado em *arrays*.
    - Se um campo que tem um *array* for indexado, o *MongoDB* cria uma entrada de índice para cada elemento do *array*.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

- Tipos de Índices
  - Multichave



# mongoDB®

collection

```
{  
  userid: "xyz",  
  addr: [  
    { zip: "10036", ... },  
    { zip: "94301", ... }  
  ],  
  ...  
}
```



{ "addr.zip": 1 } Index

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- Multichave - criação

- Tem a seguinte sintaxe:

- `db.coll.createIndex( { <field>: < 1 or -1 > } )`

- Algumas limitações:

- Para um índice multichave composto, cada documento indexado só pode ter um único campo indexado, cujo valor é um *array*.
      - Ou, se um índice multichave composto já existe, não é possível inserir um documento que viole esta restrição.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- **Texto**

- Fornece índices de texto para suportar *queries* de pesquisa de texto.
- Estes índices podem incluir qualquer campo cujo valor seja uma *string* ou *array* de elementos *string*.
- São esparsos.



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Tipos de Índices**

- **Texto**

- Tem a seguinte sintaxe:

- `db.reviews.createIndex( { comments: "text" } )`

- Uma colecção só pode ter apenas um índice de texto, mas este índice pode cobrir múltiplos campos.

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



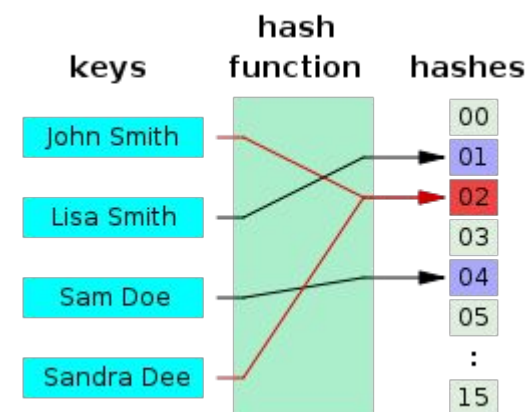
- Tipos de Índices

- *Hashed*

- Estes índices mantêm entradas com *hashes* nos valores do campo indexado.

- O índice *hashed* suporta a técnica de *hashed sharding*.

- O índice utiliza uma função de *hashing* para calcular o valor *hash* para um campo indexado.



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

- **Tipos de Índices**

- *Hashed*

- Tem a seguinte sintaxe:

- `db.collection.createIndex( { _id: "hashed" } )`

- Qualquer campo pode ser indexado como *hash*.

- No entanto, este tipo de índice não pode estar presente num índice composto (que já tenha outros índices *hashed*) ou especificar a propriedade ***unique*** (exclusivo).

- Mas é possível, criar um índice normal e *hashed* num mesmo campo.



UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**
  - Exclusivo (*Unique*)
    - Um índice exclusivo(*unique*) garante que os campos indexados não guardam valores duplicados.
    - Impõe a exclusividade para os campos indexados.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**

- Exclusivo (*Unique*)

- Por omissão, o *MongoDB* cria um índice exclusivo para o campo ***\_id*** durante a criação de uma colecção.

- Tem a seguinte sintaxe base:

- `db.collection.createIndex( <key and index type specification>, { unique: true } )`



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**

- Exclusivo (*Unique*) - Exemplo

- Num campo apenas (único):

- `db.members.createIndex( { "user_id": 1 }, { unique: true } )`

- Em vários campos (composto):

- `db.members.createIndex( { groupName: 1, lastname: 1, firstname: 1 }, { unique: true } )`

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**

- Exclusivo (*Unique*) - Em *array* de documentos - Exemplo
  - Tendo em conta o seguinte documento:
    - `{ _id: 1, a: [ { loc: "A", qty: 5 }, { qty: 10 } ] }`
  - Aplicando o seguinte comando:
    - `db.collection.createIndex( { "a.loc": 1, "a.qty": 1 }, { unique: true } )`
  - É criado um índice nos campos ***a.loc*** e ***a.qty***.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**

- Exclusivo (*Unique*) - Em *array* de documentos - Exemplo

- Os seguintes documentos podem ser inseridos na colecção:

- `db.collection.insert( { _id: 2, a: [ { loc: "A" }, { qty: 5 } ] } )`

- `db.collection.insert( { _id: 3, a: [ { loc: "A", qty: 10 } ] } )`

- **Porque** o índice impõe a exclusividade para a combinação dos valores ***a.loc*** e ***a.qty***.

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**

- Esparsos (*Sparse*)

- Os índices esparsos contém apenas entradas para os documentos que têm o campo indexado, mesmo que este campo indexado seja um valor *null*.
    - O índice ignora qualquer documento que tem o campo indexado em falta.

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**

- Esparsos (*Sparse*)

- É esperso porque não inclui todos os documentos de uma colecção.

- Os índices **não** esparsos contém todos os documentos de uma colecção, guardando valores **null** para esses documentos, que não têm o campo indexado.



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**
  - Esparsos (*Sparse*)
    - Tem a seguinte sintaxe:
      - `db.addresses.createIndex( { "xmpp_id": 1 }, { sparse: true } )`

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**

- Esparsos (*Sparse*) - Exemplo 1

- Tendo em conta os seguintes documentos:

- { "\_id" : ObjectId("523b6e32fb408eea0eec2647"), "userid" : "newbie" }
- { "\_id" : ObjectId("523b6e61fb408eea0eec2648"), "userid" : "abby", "score" : 82 }
- { "\_id" : ObjectId("523b6e6ffb408eea0eec2649"), "userid" : "nina", "score" : 90 }

- Aplicando o seguinte comando:

- `db.scores.createIndex( { score: 1 } , { sparse: true } )`

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Propriedades de Índices**

- Esparsos (*Sparse*) - Exemplo 1

- A seguinte *query*, obtém os documentos utilizando o índice esperso, que tem no campo **score** valores menores que 90.

- `db.scores.find( { score: { $lt: 90 } } )`

- Obtendo o seguinte resultado:

- `{ "_id" : ObjectId("523b6e61fb408eea0eec2648"), "userid" : "abby", "score" : 82 }`

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II

- **Gestão de Índices**

- **Ver todos índices existentes**

- Listar todos os índices de uma colecção:

- `db.people.getIndexes()`

- Listar todos os índices de uma base de dados:

- ```
db.getCollectionNames().forEach(function(collection) {  
    indexes = db[collection].getIndexes();  
    print("Indexes for " + collection + ":");  
    printjson(indexes);  
});
```



## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



# mongoDB®

- **Gestão de Índices**

- **Remover índices**

- Existem dois comandos:
  - `db.collection.dropIndex()`
  - `db.collection.dropIndexes()`
- Remover um índice específico:
  - `db.accounts.dropIndex( { "tax-id": 1 } )`
- Remover todos os índices (excepto o ***\_id***):
  - `db.accounts.dropIndexes()`

## UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



- **Gestão de Índices**
  - **Modificar índices**
    - É remover e recriar o índice.
  - Ver estatísticas da execução das *queries* com os índices:
    - Por exemplo, utilizando o seguinte comando:
      - `db.products.explain("executionStats").find(  
    { quantity: { $gt: 50 }, category: "apparel" }  
    )`



UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



mongoDB®

- **Gestão de Índices**
- **Criar índices em colecções já com documentos**
  - Para potenciais operações de indexação longas em servidores *standalone*, usar a opção ***background***, para que a base de dados fique disponível durante a indexação.
  - Por exemplo:
    - `db.people.createIndex( { zipcode: 1 }, { background: true, sparse: true } )`

UNIDADE CURRICULAR : SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DADOS II



mongoDB®

- **Referências**

- <https://docs.mongodb.com/manual/indexes/>



**CTeSP**

CURSOS TÉCNICOS  
SUPERIORES PROFISSIONAIS