



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E
COMPUTAÇÃO

TECNOLOGIAS DE BASES DE DADOS

Tema 3

NoSQL

Cultural facilities

ANDRÉ GOMES FERREIRA ARAÚJO CORREIA - up200706629@fe.up.pt

ARTUR SOUSA FERREIRA - ei12168@fe.up.pt

JOSÉ FRANCISCO CAGIGAL DA SILVA GOMES - up201305016@fe.up.pt

5 de Junho de 2018

Conteúdo

1	Introdução	3
2	Modelação	4
3	Povoamento da base de dados	5
4	Perguntas <i>MongoDB</i>	14
4.1	Pergunta a) — Espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo e tendo 'teatro' como uma das suas atividades	14
4.1.1	Query	14
4.1.2	Resposta	14
4.2	Pergunta b) — Número de espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo, em cada região	16
4.2.1	Query	16
4.2.2	Resposta	16
4.3	Pergunta c) — Número de concelhos sem espaços de 'cinema'	18
4.3.1	Query	18
4.3.2	Resposta	18
4.4	Pergunta d) — Concelho com maior número de espaços culturais, para cada uma das seis atividades	19
4.4.1	Query	19
4.4.2	Resposta	19
4.5	Pergunta e) — Distritos com, pelo menos um espaço cultural, em todos os concelhos	21
4.5.1	Query	21
4.5.2	Resposta	21
4.6	Pergunta f) — Espaços de 'cinema', na região do Algarve	22
4.6.1	Query	22
4.6.2	Resposta	22
5	Perguntas <i>SQL</i>	26
5.1	Pergunta a) — Espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo e tendo 'teatro' como uma das suas atividades	26
5.1.1	Query	26
5.1.2	Resposta	26
5.2	Pergunta b) — Número de espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo, em cada região	27
5.2.1	Query	27
5.2.2	Resposta	27

5.3	Pergunta <i>c</i>) — Número de concelhos sem espaços culturais de 'cinema'	28
5.3.1	Query	28
5.3.2	Resposta	28
5.4	Pergunta <i>d</i>) — Concelho com maior número de espaços culturais, para cada uma das seis atividades	29
5.4.1	Query	29
5.4.2	Resposta	29
5.5	Pergunta <i>e</i>) — Distritos com, pelo menos um espaço cultural, em todos os concelhos	30
5.5.1	Query	30
5.5.2	Resposta	30
5.6	Pergunta <i>f</i>) — Espaços culturais de 'cinema', na região do Algarve	31
5.6.1	Query	31
5.6.2	Resposta	31
6	Análise comparativa	32
7	Conclusão	33

1 Introdução

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular Tecnologias de Bases de Dados do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação, e teve como principal objetivo perceber quais as vantagens e potencialidades da utilização de uma base de dados *NoSQL*.

O trabalho foi desenvolvido com recurso ao *MongoDB*, em torno do tema dos espaços culturais existentes em todo o território nacional. Os dados tiveram a sua génese numa base de dados relacional.

No decorrer deste relatório vão ser analisadas as opções tomadas pelos autores, no que à modelação da base de dados diz respeito, e algumas consultas executadas sobre essa mesma base de dados. No final, é feita uma análise comparativa com a base de dados relacional, nomeadamente, no que ao tamanho, tempo de processamento e facilidade de codificação das consultas, diz respeito.

2 Modelação

A Figura 1 ilustra o diagrama referente à modelação adotada pelos autores para o caso de estudo.

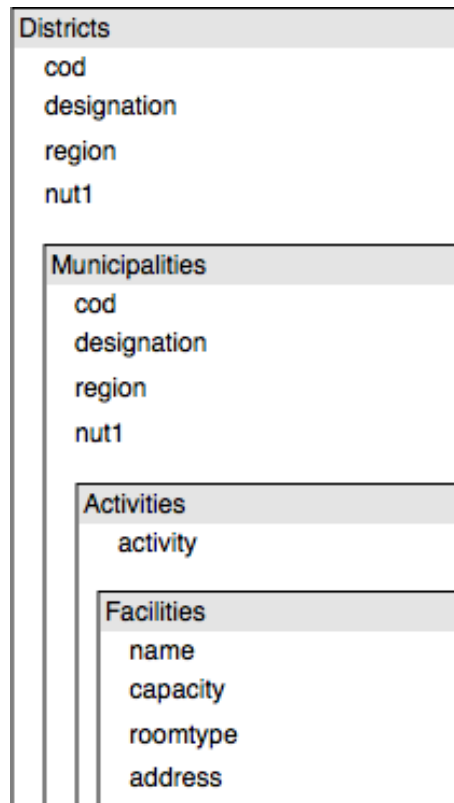


Figura 1: Modelação adotada — espaços culturais.

A modelação adotada teve em consideração a dificuldade de efetuar junções em *MongoDB* durante as pesquisas. Deste modo, as junções foram efetuadas antes da inserção dos dados, resultando não apenas num aumento da redundância mas também num documento complexo.

Com efeito, cada distrito tem como atributo uma tabela com todos os seus concelhos. Por sua vez, cada concelho tem como atributo uma tabela representando todas as atividades que operam nesse concelho e, finalmente, cada atividade tem como atributo uma tabela com todos os dados referentes aos espaços onde é possível assistir a essa atividade.

De salientar que a modelação adotada procurou seguir uma forma de organização não apenas lógica mas que facilitasse a consulta da informação. Com efeito, o cenário de consulta mais comum de uma programação cultural é, provavelmente, aquele em que a localização é conhecida à partida (distrito e concelho), pretendendo conhecer-se os espaços onde é possível assistir a uma determinada atividade cultural.

3 Povoamento da base de dados

O povoamento da base de dados *NoSQL* foi realizado através da migração dos dados da base de dados relacional. Para tal, e como é possível constatar através da análise do excerto de código abaixo, foi criado um *package* — *WEB_XML* — com um *procedure* — *list_facilities*.

```
create or replace PACKAGE WEB_XML AS
PROCEDURE list_facilities;

END WEB_XML;
```

Conforme é possível verificar através da análise do pedaço de código abaixo, este *procedure* é responsável pela criação do *XML*, através da consulta às várias tabelas que constituem a base de dados. O recurso ao *CURSOR*, permite construir o documento com as tabelas aninhadas conforme pretendido e referido em 2.

```
create or replace PACKAGE BODY WEB_XML AS
PROCEDURE list_facilities IS
    v_sqlselect varchar2(6000);
    v_queryctx DBMS_XMLQuery.ctxType;
    v_clob_par clob;
    v_offset number default 1;
    v_chunk_size number := 10000;
BEGIN
    v_sqlselect :=
'SELECT d.cod, d.designation, reg.designation as region, reg.nutl,
    CURSOR(
        SELECT m.cod, m.designation, r.designation as region, r.nutl,
        CURSOR(
            SELECT a.activity,
            CURSOR(
                SELECT f1.name, f1.capacity, rt.description as roomtype, f1.
address
                FROM facilities f1
                JOIN uses u1
                ON f1.id = u1.id
                JOIN roomtypes rt
                ON rt.roomtype = f1.roomtype
                WHERE a.ref = u1.ref and f1.municipality = m.cod
                ORDER BY f1.name
            ) as facilities
        FROM activities a
        JOIN uses u
        ON u.ref = a.ref
        JOIN facilities f
        ON f.id = u.id
        WHERE f.municipality = m.cod
        AND u.id IN (SELECT min(u2.id)
                    FROM activities a2
```

```

        JOIN uses u2
        ON u2.ref = a2.ref
        JOIN facilities f2 ON f2.id = u2.id
        WHERE f2.municipality = m.cod AND a2.activity=a.
activity)
        ORDER BY a.activity
    ) as activities
FROM municipalities m
JOIN regions r
ON r.cod = m.region
WHERE m.district = d.cod
    ) as municipalities
FROM districts d
LEFT JOIN regions reg
ON reg.cod = d.region
ORDER BY d.cod';

v_queryctx := DBMS_XMLQuery.newContext(v_sqlselect);

DBMS_XMLQuery.setEncodingTag(v_queryctx, 'ISO-8859-1');

DBMS_XMLQuery.setRowSetTag(v_queryctx, UPPER('FACILITIES'));

DBMS_XMLQuery.setRowTag(v_queryctx, UPPER('DISTRICT'));

v_clob_par := DBMS_XMLQuery.getXML(v_queryctx);

DBMS_XMLQuery.closeContext(v_queryctx);

loop

    exit when v_offset > dbms_lob.getlength(v_clob_par);

    http.p( dbms_lob.substr( v_clob_par, v_chunk_size, v_offset ) );

    http para;

    v_offset := v_offset + v_chunk_size;

end loop;

EXCEPTION
    WHEN OTHERS THEN
        http.p(SQLERRM);

END list_facilities;

END WEB_XML;

```

Um pequeno excerto do resultado da execução do *procedure list_facilities* é apresentado em baixo.

```
<?xml version = '1.0' encoding = 'ISO-8859-1'?>
<FACILITIES>
  <DISTRICT num="1">
    <COD>1</COD>
    <DESIGNATION>Aveiro</DESIGNATION>
    <MUNICIPALITIES>
      <MUNICIPALITIES_ROW num="1">
        <COD>101</COD>
        <DESIGNATION>gueda</DESIGNATION>
        <REGION>Centro</REGION>
        <NUT1>Continente</NUT1>
        <ACTIVITIES>
          <ACTIVITIES_ROW num="1">
            <ACTIVITY>cinema</ACTIVITY>
            <FACILITIES>
              <FACILITIES_ROW num="1">
                <NAME>CINE TEATRO SO PEDRO DE GUEDA</NAME>
                <CAPACITY>687</CAPACITY>
                <ROOMTYPE>Cine-Teatro</ROOMTYPE>
                <ADDRESS>LARGO DR ANT尼奥 BREDAS N. 27</ADDRESS>
              </FACILITIES_ROW>
              <FACILITIES_ROW num="2">
                <NAME>SALA DE ESPECTACULOS CASA DO POVO VALONGO DO VOUGA</NAME>
                <CAPACITY>303</CAPACITY>
                <ROOMTYPE>Sala de associacao recreativa e cultural</ROOMTYPE>
                <ADDRESS>ARRANCADA DO VOUGA-VALONGO DO VOUGA</ADDRESS>
              </FACILITIES_ROW>
            </FACILITIES>
          </ACTIVITIES_ROW>
          <ACTIVITIES_ROW num="2">
            <ACTIVITY>dana</ACTIVITY>
            <FACILITIES>
              <FACILITIES_ROW num="1">
                <NAME>CINE TEATRO SO PEDRO DE GUEDA</NAME>
                <CAPACITY>687</CAPACITY>
                <ROOMTYPE>Cine-Teatro</ROOMTYPE>
                <ADDRESS>LARGO DR ANT尼奥 BREDAS N. 27</ADDRESS>
```



```

        </FACILITIES_ROW>
    </FACILITIES>
</ACTIVITIES_ROW>
<ACTIVITIES_ROW num="3">
    <ACTIVITY>msica</ACTIVITY>
    <FACILITIES>
        <FACILITIES_ROW num="1">
            <NAME>CINE TEATRO SO PEDRO DE GUEDA</NAME>
            <CAPACITY>687</CAPACITY>
            <ROOMTYPE>Cine-Teatro</ROOMTYPE>
            <ADDRESS>LARGO DR ANTNIIO BRED A N. 27</ADDRESS>
        </FACILITIES_ROW>
    </FACILITIES>
</ACTIVITIES_ROW>
<ACTIVITIES_ROW num="4">
    <ACTIVITY>teatro</ACTIVITY>
    <FACILITIES>
        <FACILITIES_ROW num="1">
            <NAME>CINE TEATRO SO PEDRO DE GUEDA</NAME>
            <CAPACITY>687</CAPACITY>
            <ROOMTYPE>Cine-Teatro</ROOMTYPE>
            <ADDRESS>LARGO DR ANTNIIO BRED A N. 27</ADDRESS>
        </FACILITIES_ROW>
        <FACILITIES_ROW num="2">
            <NAME>SALA DE ESPECTCULOS CASA DO POVO VALONGO DO VOUGA</NAME>
            <CAPACITY>303</CAPACITY>
            <ROOMTYPE>Sala de associac o recreativa e cultural</ROOMTYPE>
            <ADDRESS>ARRANCADA DO VOUGA-VALONGO DO VOUGA</ADDRESS>
        </FACILITIES_ROW>
    </FACILITIES>
</ACTIVITIES_ROW>
</ACTIVITIES>
</MUNICIPALITIES_ROW>
<MUNICIPALITIES_ROW num="2">
    <COD>102</COD>
    <DESIGNATION>Albergaria-a-Velha</DESIGNATION>
    <REGION>Centro</REGION>
    <NUT1>Continente</NUT1>
    <ACTIVITIES>

```

```

<ACTIVITIES_ROW num="1">
  <ACTIVITY>cinema</ACTIVITY>
  <FACILITIES>
    <FACILITIES_ROW num="1">
      <NAME>CINE TEATRO ALBA - SALA PRINCIPAL</NAME>
      <CAPACITY>503</CAPACITY>
      <ROOMTYPE>Cine-Teatro</ROOMTYPE>
      <ADDRESS>ALAMEDA 5 DE OUTUBRO</ADDRESS>
    </FACILITIES_ROW>
  </FACILITIES>
</ACTIVITIES_ROW>
<ACTIVITIES_ROW num="2">
  <ACTIVITY>circo</ACTIVITY>
  <FACILITIES>
    <FACILITIES_ROW num="1">
      <NAME>CINE TEATRO ALBA - CAF CONCERTO</NAME>
      <CAPACITY>60</CAPACITY>
      <ROOMTYPE>Caf concerto</ROOMTYPE>
      <ADDRESS>ALAMEDA 5 DE OUTUBRO</ADDRESS>
    </FACILITIES_ROW>
  </FACILITIES>
</ACTIVITIES_ROW>

```

Para realizar a inserção dos dados no *MongoDB* foi necessário proceder à transformação do documento *XML* num documento *JSON*. Tal transformação foi realizada com recurso a uma ferramenta *online*. Um excerto do documento *JSON* é apresentado em baixo.

Em seguida, e com recurso ao operador *insertMany*, foi realizada a inserção dos dados no *MongoDB*.

```

1  [
2    {
3      COD: "1",
4      DESIGNATION: "Aveiro",
5      MUNICIPALITIES: [
6        {
7          COD: "101",
8          DESIGNATION: "gueda ",
9          REGION: "Centro",
10         NUT1: "Continente",
11         ACTIVITIES: [
12           {
13             ACTIVITY: "cinema",
14             FACILITIES: [

```

```

16         {
17             NAME: "CINE TEATRO S O PEDRO DE GUEDA ",
18             CAPACITY: "687",
19             ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
20             ADDRESS: "LARGO DR ANT NIO BRED A N . 27"
21         },
22         {
23             NAME: "SALA DE ESPECT CULOS CASA DO POVO VALONGO DO VOUGA"
24             ,
25             CAPACITY: "303",
26             ROOMTYPE: "Sala de associa o recreativa e cultural",
27             ADDRESS: "ARRANCADA DO VOUGA-VALONGO DO VOUGA"
28         }
29     ],
30     {
31         ACTIVITY: "dan a",
32         FACILITIES: [
33             {
34                 NAME: "CINE TEATRO S O PEDRO DE GUEDA ",
35                 CAPACITY: "687",
36                 ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
37                 ADDRESS: "LARGO DR ANT NIO BRED A N . 27"
38             }
39         ]
40     },
41     {
42         ACTIVITY: "m sica",
43         FACILITIES: [
44             {
45                 NAME: "CINE TEATRO S O PEDRO DE GUEDA ",
46                 CAPACITY: "687",
47                 ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
48                 ADDRESS: "LARGO DR ANT NIO BRED A N . 27"
49             }
50         ]
51     },
52     {
53         ACTIVITY: "teatro",
54         FACILITIES: [
55             {
56                 NAME: "CINE TEATRO S O PEDRO DE GUEDA ",
57                 CAPACITY: "687",
58                 ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
59                 ADDRESS: "LARGO DR ANT NIO BRED A N . 27"
60             }
61         ],
62         {
63             NAME: "SALA DE ESPECT CULOS CASA DO POVO VALONGO DO VOUGA"
64             ,

```

```

63         CAPACITY: "303",
64         ROOMTYPE: "Sala de associa o recreativa e cultural",
65         ADDRESS: "ARRANCADA DO VOUGA-VALONGO DO VOUGA"
66     }
67 ]
68 }
69 ]
70 },
71 {
72     COD: "102",
73     DESIGNATION: "Albergaria-a-Velha",
74     REGION: "Centro",
75     NUT1: "Continente",
76     ACTIVITIES: [
77     {
78         ACTIVITY: "cinema",
79         FACILITIES: [
80         {
81             NAME: "CINE TEATRO ALBA - SALA PRINCIPAL",
82             CAPACITY: "503",
83             ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
84             ADDRESS: "ALAMEDA 5 DE OUTUBRO"
85         }
86     ]
87     },
88     {
89         ACTIVITY: "circo",
90         FACILITIES: [
91         {
92             NAME: "CINE TEATRO ALBA - CAF CONCERTO",
93             CAPACITY: "60",
94             ROOMTYPE: "Caf concerto",
95             ADDRESS: "ALAMEDA 5 DE OUTUBRO"
96         }
97     ]
98     },
99     {
100         ACTIVITY: "dan a",
101         FACILITIES: [
102         {
103             NAME: "AUDIT RIO DO CENTRO CULTURAL DA BRANCA",
104             CAPACITY: "180",
105             ROOMTYPE: "Audit rio",
106             ADDRESS: "CASALDIMA - BRANCA"
107         },
108         {
109             NAME: "CINE TEATRO ALBA - CAF CONCERTO",
110             CAPACITY: "60",
111             ROOMTYPE: "Caf concerto",

```

```

112         ADDRESS: "ALAMEDA 5 DE OUTUBRO"
113     },
114     {
115         NAME: "CINE TEATRO ALBA - SALA EST DIO",
116         CAPACITY: "60",
117         ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
118         ADDRESS: "ALAMEDA 5 DE OUTUBRO"
119     }
120 ]
121 },
122 {
123     ACTIVITY: "m sica",
124     FACILITIES: [
125         {
126             NAME: "AUDIT RIO DO CENTRO CULTURAL DA BRANCA",
127             CAPACITY: "180",
128             ROOMTYPE: "Audit rio",
129             ADDRESS: "CASALDIMA - BRANCA"
130         },
131         {
132             NAME: "CINE TEATRO ALBA - CAF CONCERTO",
133             CAPACITY: "60",
134             ROOMTYPE: "Caf concerto",
135             ADDRESS: "ALAMEDA 5 DE OUTUBRO"
136         },
137         {
138             NAME: "CINE TEATRO ALBA - SALA EST DIO",
139             CAPACITY: "60",
140             ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
141             ADDRESS: "ALAMEDA 5 DE OUTUBRO"
142         }
143     ]
144 },
145 {
146     ACTIVITY: "teatro",
147     FACILITIES: [
148         {
149             NAME: "AUDIT RIO DO CENTRO CULTURAL DA BRANCA",
150             CAPACITY: "180",
151             ROOMTYPE: "Audit rio",
152             ADDRESS: "CASALDIMA - BRANCA"
153         },
154         {
155             NAME: "CINE TEATRO ALBA - CAF CONCERTO",
156             CAPACITY: "60",
157             ROOMTYPE: "Caf concerto",
158             ADDRESS: "ALAMEDA 5 DE OUTUBRO"
159         },
160     ]

```

```

161         NAME: "CINE TEATRO ALBA - SALA EST DIO",
162         CAPACITY: "60",
163         ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
164         ADDRESS: "ALAMEDA 5 DE OUTUBRO"
165     },
166     {
167         NAME: "CINE TEATRO ALBA - SALA PRINCIPAL",
168         CAPACITY: "503",
169         ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
170         ADDRESS: "ALAMEDA 5 DE OUTUBRO"
171     }
172 ]
173 }
174 ]
175 },
176 {
177     COD: "103",
178     DESIGNATION: "Anadia",
179     REGION: "Centro",
180     NUT1: "Continente",
181     ACTIVITIES: [
182         {
183             ACTIVITY: "cinema",
184             FACILITIES: [
185                 {
186                     NAME: "CINE TEATRO DE ANADIA",
187                     CAPACITY: "277",
188                     ROOMTYPE: "Cine-Teatro",
189                     ADDRESS: "URBANIZA O DO MONTOURO"
190                 }
191             ]
192         },

```

4 Perguntas *MongoDB*

4.1 Pergunta *a)* — Espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo e tendo 'teatro' como uma das suas atividades

4.1.1 Query

```
1 db.facilities.aggregate([
2 {
3   $unwind: "$MUNICIPALITIES"
4 },
5 {
6   $unwind: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES"
7 },
8 {
9   $unwind: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES"
10 },
11 {
12   $match: {"MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES.ROOMTYPE": /.*touros*./,
13           "MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.ACTIVITY": 'teatro'}
14 },
15 {
16   $project: {"MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.ACTIVITY": 1,
17             "MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES.NAME": 1,
18             "MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES.ROOMTYPE": 1}
19 }
20 ])
```

4.1.2 Resposta

O resultado da execução da *query* anterior é apresentado em baixo, representando os espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo e tendo 'teatro' como uma das suas atividades.

```
1 {
2   "_id" : ObjectId("5b1174fc542081e32901d0"),
3   "MUNICIPALITIES" : {
4     "ACTIVITIES" : {
5       "ACTIVITY" : "teatro",
6       "FACILITIES" : {
7         "NAME" : "ARENA DE VORA - EX PRA A DE TOIROS",
8         "ROOMTYPE" : "Pra a de touros multiusos"
9       }
10    }
11  }
12 }
13 {
14   "_id" : ObjectId("5b1174fc542081e32901d0"),
15   "MUNICIPALITIES" : {
16     "ACTIVITIES" : {
```

```

17         "ACTIVITY" : "teatro",
18         "FACILITIES" : {
19             "NAME" : "COLISEU DE REDONDO - EX PRA A DE TOIROS",
20             "ROOMTYPE" : "Pra a de touros multiusos"
21         }
22     }
23 }
24 }
25 {
26     "_id" : ObjectId("5b1174fc542081e32901d5"),
27     "MUNICIPALITIES" : {
28         "ACTIVITIES" : {
29             "ACTIVITY" : "teatro",
30             "FACILITIES" : {
31                 "NAME" : "COLISEU JOS ROND O DE ALMEIDA-EX PRA A DE TOIROS",
32                 "ROOMTYPE" : "Pra a de touros multiusos"
33             }
34         }
35     }
36 }

```


4.2 Pergunta b) — Número de espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo, em cada região

4.2.1 Query

```
1 db.facilities.aggregate([
2 {
3     $unwind: "$MUNICIPALITIES"
4 },
5 {
6     $unwind: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES"
7 },
8 {
9     $unwind: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES"
10 },
11 {
12     $match: {"MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES.ROOMTYPE": /.*touros*/}
13 },
14 {
15     $group: {_id: {region: "$MUNICIPALITIES.REGION",
16                     name: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES.NAME"
17                     }
18             }
19 },
20 {
21     $group: {_id: "$_id.region",
22             count: {"$sum": 1}
23             }
24 },
25 {
26     $sort: {_id: 1}
27 }
28 ])
```

4.2.2 Resposta

O resultado da execução da *query* anterior é apresentado em baixo, representando o número de espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo, em cada uma das regiões do território nacional.

```
1 {
2     "_id" : "Alentejo",
3     "count" : 43.0
4 }
5 {
6     "_id" : "Algarve",
7     "count" : 1.0
8 }
9 {
10     "_id" : "Centro",
11     "count" : 11.0
```

```
12 }
13 {
14     "_id" : "Lisboa",
15     "count" : 6.0
16 }
17 {
18     "_id" : "Norte",
19     "count" : 3.0
20 }
```

4.3 Pergunta c) — Número de concelhos sem espaços de 'cinema'

4.3.1 Query

```
1 db.facilities.aggregate([
2 {
3     $unwind: "$MUNICIPALITIES"
4 },
5 {
6     $match: {"MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.ACTIVITY": { $ne: 'cinema' }}
7 },
8 {
9     $group: {count: { $sum: 1 },_id: 0}
10 },
11 {
12     $project: {_id: 0}
13 }
14 ])
```

4.3.2 Resposta

O resultado da execução da *query* anterior é apresentado em baixo, representando o número de concelhos sem espaços culturais onde seja possível assistir à atividade 'cinema'.

```
1 {
2     "count" : 100.0
3 }
```

4.4 Pergunta *d)* — Concelho com maior número de espaços culturais, para cada uma das seis atividades

4.4.1 Query

```
1 db.facilities.aggregate([
2 {
3     $unwind: "$MUNICIPALITIES"
4 },
5 {
6     $unwind: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES"
7 },
8 {
9     $unwind: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES"
10 },
11 {
12     $group: {
13         _id : {designation:"$MUNICIPALITIES.DESIGNATION",
14             activity:"$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.ACTIVITY"},
15         count: { $sum: 1 }
16     }
17 },
18 {
19     $sort: {
20         count: -1
21     }
22 },
23 {
24     $group: {
25         _id : "$_id.activity",
26         Designation : { $first: '$_id.designation' },
27         Max_value : {$max: "$count"}
28     }
29 },
30 {
31     $sort: {
32         _id: 1
33     }
34 }
35 ])
```

4.4.2 Resposta

O resultado da execução da *query* anterior é apresentado em baixo, representando, para cada uma das seis atividades, o concelho o maior número de espaços culturais.

```
1 {
2     "_id" : "cinema",
3     "Designation" : "Lisboa",
4     "Max_value" : 96.0
```

```
5 }
6 {
7     "_id" : "circo",
8     "Designation" : "Lisboa",
9     "Max_value" : 2.0
10 }
11 {
12     "_id" : "dan a",
13     "Designation" : "Lisboa",
14     "Max_value" : 47.0
15 }
16 {
17     "_id" : "m sica",
18     "Designation" : "Lisboa",
19     "Max_value" : 77.0
20 }
21 {
22     "_id" : "tauromaquia",
23     "Designation" : "Moura",
24     "Max_value" : 4.0
25 }
26 {
27     "_id" : "teatro",
28     "Designation" : "Lisboa",
29     "Max_value" : 66.0
30 }
```

4.5 Pergunta e) — Distritos com, pelo menos um espaço cultural, em todos os concelhos

4.5.1 Query

```
1 db.facilities.find(  
2 {  
3   $nor: [  
4     {"MUNICIPALITIES.ACTIVITIES": {$size: 0}}  
5   ]},  
6   {_id: 0, COD:1, DESIGNATION:1}  
7 )
```

4.5.2 Resposta

O resultado da execução da *query* anterior é apresentado em baixo, representando os distritos com, pelo menos um espaço cultural, em todos os concelhos.

```
1 {  
2   "COD" : "7",  
3   "DESIGNATION" : "vora "  
4 }  
5 {  
6   "COD" : "11",  
7   "DESIGNATION" : "Lisboa"  
8 }  
9 {  
10  "COD" : "12",  
11  "DESIGNATION" : "Portalegre"  
12 }  
13 {  
14  "COD" : "15",  
15  "DESIGNATION" : "Set bal "  
16 }
```

4.6 Pergunta f) — Espaços de 'cinema', na região do Algarve

4.6.1 Query

No entender dos autores, esta *query* é de extrema importância na medida em que reflete a forma como a organização da base de dados *NoSQL* foi pensada. Com efeito, a base de dados foi criada e organizada pensando, precisamente, que o tipo de consulta mais frequente seria semelhante a este. Ou seja, dada uma localização (região, distrito ou concelho) saber quais os espaços culturais onde é possível assistir a uma determinada atividade.

```
1 db.facilities.aggregate([
2 {
3   $unwind: "$MUNICIPALITIES"
4 },
5 {
6   $unwind: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES"
7 },
8 {
9   $unwind: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES"
10 },
11 {
12   $match: {"MUNICIPALITIES.REGION": "Algarve",
13           "MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.ACTIVITY": "cinema" }
14 },
15 {
16   $group: {_id: "$MUNICIPALITIES.DESIGNATION",
17           facilities: { $push: "$MUNICIPALITIES.ACTIVITIES.FACILITIES"}}
18 },
19 {
20   $sort: {_id: 1}
21 }
22 ])
```

4.6.2 Resposta

O resultado da execução da *query* anterior é apresentado em baixo, representando os espaços culturais onde é possível assistir à atividade 'cinema', na região do Algarve.

```
1 {
2   "_id" : "Albufeira",
3   "facilities" : [
4     {
5       "NAME" : "AUDIT RIO DA C MARA MUNICIPAL DE ALBUFEIRA",
6       "CAPACITY" : "368",
7       "ROOMTYPE" : "Audit rio",
8       "ADDRESS" : "RUA DO MUNIC PIO , CERRO DA ALAGOA"
9     },
10    {
11      "NAME" : "CINE PLACE ALGARVE SHOPPING - SALA 1",
```

```

12         "CAPACITY" : "114",
13         "ROOMTYPE" : "Cinema",
14         "ADDRESS" : "CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING - GUIA"
15     },
16     {
17         "NAME" : "CINE PLACE ALGARVE SHOPPING - SALA 2",
18         "CAPACITY" : "185",
19         "ROOMTYPE" : "Cinema",
20         "ADDRESS" : "CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING - GUIA"
21     },
22     {
23         "NAME" : "CINE PLACE ALGARVE SHOPPING - SALA 3",
24         "CAPACITY" : "89",
25         "ROOMTYPE" : "Cinema",
26         "ADDRESS" : "CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING - GUIA"
27     },
28     {
29         "NAME" : "CINE PLACE ALGARVE SHOPPING - SALA 4",
30         "CAPACITY" : "102",
31         "ROOMTYPE" : "Cinema",
32         "ADDRESS" : "CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING - GUIA"
33     },
34     {
35         "NAME" : "CINE PLACE ALGARVE SHOPPING - SALA 5",
36         "CAPACITY" : "83",
37         "ROOMTYPE" : "Cinema",
38         "ADDRESS" : "CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING - GUIA"
39     },
40     {
41         "NAME" : "CINE PLACE ALGARVE SHOPPING - SALA 6",
42         "CAPACITY" : "126",
43         "ROOMTYPE" : "Cinema",
44         "ADDRESS" : "CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING - GUIA"
45     },
46     {
47         "NAME" : "CINE PLACE ALGARVE SHOPPING - SALA 7",
48         "CAPACITY" : "142",
49         "ROOMTYPE" : "Cinema",
50         "ADDRESS" : "CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING - GUIA"
51     },
52     {
53         "NAME" : "CINE PLACE ALGARVE SHOPPING - SALA 8",
54         "CAPACITY" : "156",
55         "ROOMTYPE" : "Cinema",
56         "ADDRESS" : "CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING - GUIA"
57     },
58     {
59         "NAME" : "CINE PLACE ALGARVE SHOPPING - SALA 9",
60         "CAPACITY" : "114",

```



```

61         "ROOMTYPE" : "Cinema",
62         "ADDRESS" : "CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING - GUIA"
63     }
64 ]
65 }
66 {
67     "_id" : "Faro",
68     "facilities" : [
69         {
70             "NAME" : "AUDIT RIO INSTITUTO PORTUGU S DA JUVENTUDE (FARO)",
71             "CAPACITY" : "135",
72             "ROOMTYPE" : "Audit rio",
73             "ADDRESS" : "RUA DA P.S.P."
74         },
75         {
76             "NAME" : "CINEMA OSSONOA",
77             "CAPACITY" : "200",
78             "ROOMTYPE" : "Audit rio",
79             "ADDRESS" : "ESTOI"
80         },
81         {
82             "NAME" : "COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE - SALA 1",
83             "CAPACITY" : "150",
84             "ROOMTYPE" : "Cinema",
85             "ADDRESS" : "S TIO DA M VONTADE"
86         },
87         {
88             "NAME" : "COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE - SALA 2",
89             "CAPACITY" : "114",
90             "ROOMTYPE" : "Cinema",
91             "ADDRESS" : "S TIO DA M VONTADE"
92         },
93         {
94             "NAME" : "COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE - SALA 3",
95             "CAPACITY" : "193",
96             "ROOMTYPE" : "Cinema",
97             "ADDRESS" : "S TIO DA M VONTADE"
98         },
99         {
100             "NAME" : "COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE - SALA 4",
101             "CAPACITY" : "193",
102             "ROOMTYPE" : "Cinema",
103             "ADDRESS" : "S TIO DA M VONTADE"
104         },
105         {
106             "NAME" : "COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE - SALA 5",
107             "CAPACITY" : "302",
108             "ROOMTYPE" : "Cinema",
109             "ADDRESS" : "S TIO DA M VONTADE"

```

```

110     },
111     {
112         "NAME" : "TEATRO MUNICIPAL DE FARO / TEATRO DAS FIGURAS",
113         "CAPACITY" : "794",
114         "ROOMTYPE" : "Teatro",
115         "ADDRESS" : "EN 125  HORTA DAS FIGURAS"
116     }
117 ]
118 }
119 {
120     "_id" : "Lagoa",
121     "facilities" : [
122         {
123             "NAME" : "AUDIT RIO MUNICIPAL DE LAGOA",
124             "CAPACITY" : "298",
125             "ROOMTYPE" : "Audit rio",
126             "ADDRESS" : "RUA DO CENTRO DE SA DE "
127         }
128     ]
129 }
130 {
131     "_id" : "Lagos",
132     "facilities" : [
133         {
134             "NAME" : "CINEMA LAGOSHOPPING - SALA 1",
135             "CAPACITY" : "346",
136             "ROOMTYPE" : "Cinema",
137             "ADDRESS" : "RUA C NDIDO DOS REIS"
138         },
139         {
140             "NAME" : "CINEMA LAGOSHOPPING - SALA 2",
141             "CAPACITY" : "94",
142             "ROOMTYPE" : "Cinema",
143             "ADDRESS" : "RUA C NDIDO DOS REIS"
144         }
145     ]
146 }

```

5 Perguntas *SQL*

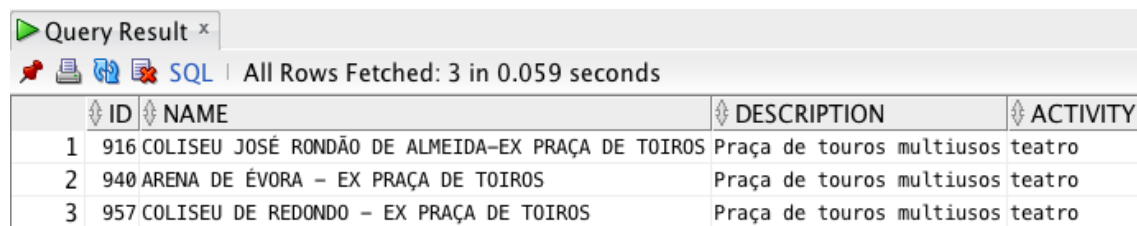
5.1 Pergunta *a)* — Espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo e tendo 'teatro' como uma das suas atividades

5.1.1 Query

```
SELECT f.id, f.name, r.description, a.activity
FROM facilities f
JOIN roomtypes r
ON f.roomtype = r.roomtype
JOIN uses u
ON f.id = u.id
JOIN activities a
ON a.ref = u.ref
WHERE r.description LIKE '%touros%' AND activity = 'teatro';
```

5.1.2 Resposta

A Figura 2 ilustra o resultado da execução da *query* anterior, representando os espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo e tendo 'teatro' como uma das suas atividades.



The screenshot shows a 'Query Result' window with a toolbar containing icons for a pin, copy, refresh, and delete, along with an 'SQL' label. Below the toolbar, it states 'All Rows Fetched: 3 in 0.059 seconds'. The main area displays a table with 4 columns: ID, NAME, DESCRIPTION, and ACTIVITY. The table contains 3 rows of data.

ID	NAME	DESCRIPTION	ACTIVITY
1	916 COLISEU JOSÉ RONDÃO DE ALMEIDA-EX PRAÇA DE TOIROS	Praça de touros multiusos	teatro
2	940 ARENA DE ÉVORA - EX PRAÇA DE TOIROS	Praça de touros multiusos	teatro
3	957 COLISEU DE REDONDO - EX PRAÇA DE TOIROS	Praça de touros multiusos	teatro

Figura 2: Resultados da execução da consulta da pergunta *a)*.

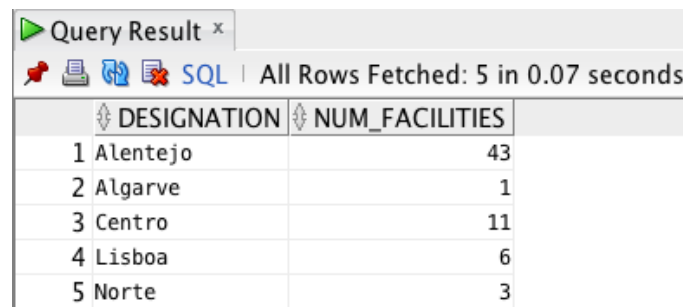
5.2 Pergunta b) — Número de espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo, em cada região

5.2.1 Query

```
SELECT reg.designation , COUNT(*) as num_facilities
FROM facilities f
JOIN roomtypes r
ON f.roomtype = r.roomtype
JOIN municipalities m
ON f.municipality = m.cod
JOIN regions reg
ON m.region = reg.cod
WHERE r.description LIKE '%touros%'
GROUP BY reg.designation
ORDER BY reg.designation;
```

5.2.2 Resposta

A Figura 3 ilustra o resultado da execução da *query* anterior, representando o número de espaços culturais com a palavra 'touros' no tipo, em cada uma das regiões do território nacional.



	DESIGNATION	NUM_FACILITIES
1	Alentejo	43
2	Algarve	1
3	Centro	11
4	Lisboa	6
5	Norte	3

Figura 3: Resultados da execução da consulta da pergunta b).

5.3 Pergunta c) — Número de concelhos sem espaços culturais de 'cinema'

5.3.1 Query

```
SELECT COUNT(*)
FROM
(
    SELECT d.designation , m.designation
    FROM municipalities m
    JOIN districts d
    ON d.cod = m.district
    MINUS
    (SELECT distinct d.designation , m.designation
    FROM facilities f
    JOIN municipalities m
    ON f.municipality = m.cod
    JOIN districts d
    ON d.cod = m.district
    JOIN uses u
    ON f.id = u.id
    JOIN activities a
    ON a.ref = u.ref
    WHERE activity = 'cinema'
    )
);
```

5.3.2 Resposta

A Figura 4 ilustra o resultado da execução da *query* anterior, representando o número de concelhos sem espaços culturais onde seja possível assistir à atividade 'cinema'.



COUNT(*)
100

Figura 4: Resultados da execução da consulta da pergunta c).

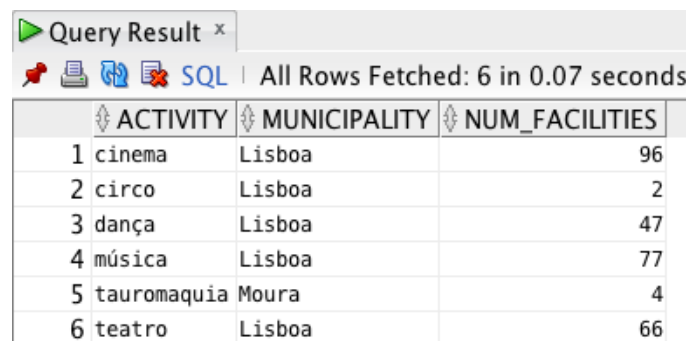
5.4 Pergunta d) — Concelho com maior número de espaços culturais, para cada uma das seis atividades

5.4.1 Query

```
SELECT activity , municipality , num_facilities
FROM
    (SELECT a.activity as activity , m.designation as municipality , count(*) as
    num_facilities , ROW_NUMBER() OVER (PARTITION BY a.activity ORDER BY COUNT(*)
    DESC) as seqnum
    FROM facilities f
    JOIN municipalities m
    ON f.municipality = m.cod
    JOIN uses u
    ON f.id = u.id
    JOIN activities a
    ON u.ref = a.ref
    GROUP BY a.activity , m.designation
    )
WHERE seqnum = 1;
```

5.4.2 Resposta

A Figura 5 ilustra o resultado da execução da *query* anterior, representando, para cada uma das seis atividades, o concelho o maior número de espaços culturais.



	ACTIVITY	MUNICIPALITY	NUM_FACILITIES
1	cinema	Lisboa	96
2	circo	Lisboa	2
3	dança	Lisboa	47
4	música	Lisboa	77
5	tauromaquia	Moura	4
6	teatro	Lisboa	66

Figura 5: Resultados da execução da consulta da pergunta d).

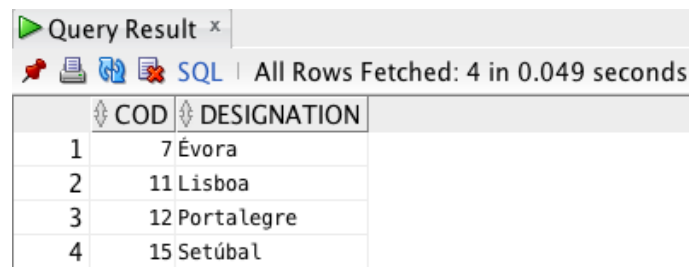
5.5 Pergunta e) — Distritos com, pelo menos um espaço cultural, em todos os concelhos

5.5.1 Query

```
SELECT cod, designation
FROM districts
MINUS
(
  SELECT DISTINCT d.cod, d.designation
  FROM municipalities m
  JOIN districts d
  ON d.cod = m.district
  LEFT JOIN FACILITIES f
  ON F.MUNICIPALITY = M.COD
  WHERE f.id IS NULL
);
```

5.5.2 Resposta

A Figura 6 ilustra o resultado da execução da *query* anterior, representando os distritos com, pelo menos um espaço cultural, em todos os concelhos.



The screenshot shows a 'Query Result' window with a toolbar containing icons for save, print, refresh, and SQL. The status bar indicates 'All Rows Fetched: 4 in 0.049 seconds'. The table has two columns: 'COD' and 'DESIGNATION'. The data rows are:

	COD	DESIGNATION
1	7	Évora
2	11	Lisboa
3	12	Portalegre
4	15	Setúbal

Figura 6: Resultados da execução da consulta da pergunta e).

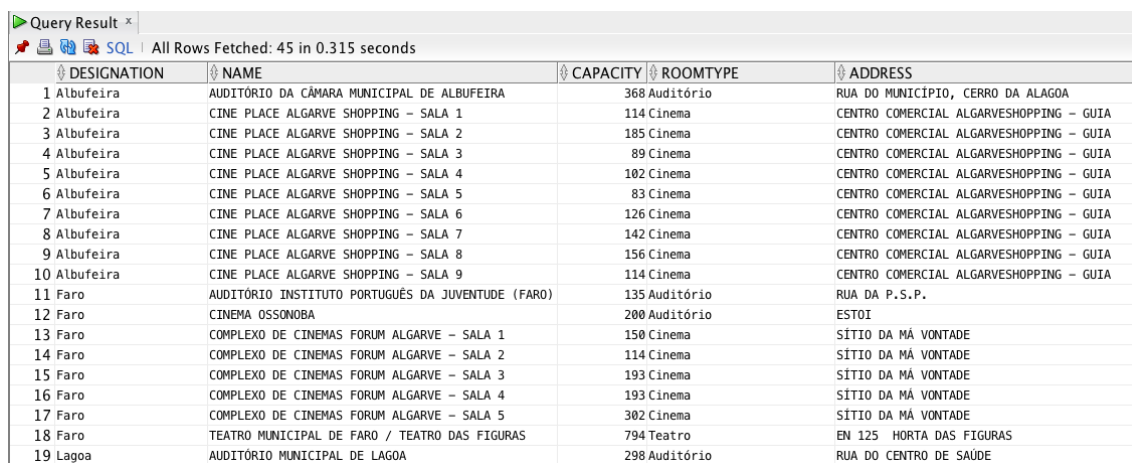
5.6 Pergunta *f*) — Espaços culturais de 'cinema', na região do Algarve

5.6.1 Query

```
SELECT m.designation , f.name, f.capacity , r.description as roomtype , f.address
FROM facilities f
JOIN municipalities m
ON f.municipality = m.cod
JOIN uses u
ON f.id = u.id
JOIN activities a
ON u.ref = a.ref
JOIN regions reg
ON m.region = reg.cod
JOIN roomtypes r
ON r.roomtype = f.roomtype
WHERE reg.designation = 'Algarve' AND a.activity = 'cinema'
ORDER BY m.designation , f.name;
```

5.6.2 Resposta

A Figura 7 ilustra o resultado da execução da *query* anterior, representando os espaços culturais onde é possível assistir à atividade 'cinema', na região do Algarve.



Query Result x

SQL | All Rows Fetched: 45 in 0.315 seconds

DESIGNATION	NAME	CAPACITY	ROOMTYPE	ADDRESS
1 Albufeira	AUDITÓRIO DA CÂMARA MUNICIPAL DE ALBUFEIRA	368	Auditório	RUA DO MUNICIPIO, CERRO DA ALAGOA
2 Albufeira	CINE PLACE ALGARVE SHOPPING – SALA 1	114	Cinema	CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING – GUIA
3 Albufeira	CINE PLACE ALGARVE SHOPPING – SALA 2	185	Cinema	CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING – GUIA
4 Albufeira	CINE PLACE ALGARVE SHOPPING – SALA 3	89	Cinema	CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING – GUIA
5 Albufeira	CINE PLACE ALGARVE SHOPPING – SALA 4	102	Cinema	CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING – GUIA
6 Albufeira	CINE PLACE ALGARVE SHOPPING – SALA 5	83	Cinema	CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING – GUIA
7 Albufeira	CINE PLACE ALGARVE SHOPPING – SALA 6	126	Cinema	CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING – GUIA
8 Albufeira	CINE PLACE ALGARVE SHOPPING – SALA 7	142	Cinema	CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING – GUIA
9 Albufeira	CINE PLACE ALGARVE SHOPPING – SALA 8	156	Cinema	CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING – GUIA
10 Albufeira	CINE PLACE ALGARVE SHOPPING – SALA 9	114	Cinema	CENTRO COMERCIAL ALGARVESHOPPING – GUIA
11 Faro	AUDITÓRIO INSTITUTO PORTUGUÊS DA JUVENTUDE (FARO)	135	Auditório	RUA DA P.S.P.
12 Faro	CINEMA OSSONOBIA	200	Auditório	ESTOI
13 Faro	COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE – SALA 1	150	Cinema	SÍTIO DA MÁ VONTADE
14 Faro	COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE – SALA 2	114	Cinema	SÍTIO DA MÁ VONTADE
15 Faro	COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE – SALA 3	193	Cinema	SÍTIO DA MÁ VONTADE
16 Faro	COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE – SALA 4	193	Cinema	SÍTIO DA MÁ VONTADE
17 Faro	COMPLEXO DE CINEMAS FORUM ALGARVE – SALA 5	302	Cinema	SÍTIO DA MÁ VONTADE
18 Faro	TEATRO MUNICIPAL DE FARO / TEATRO DAS FIGURAS	794	Teatro	EN 125 HORTA DAS FIGURAS
19 Lagoa	AUDITÓRIO MUNICIPAL DE LAGOA	298	Auditório	RUA DO CENTRO DE SAUDE

Figura 7: Resultados da execução da consulta da pergunta *f*).

6 Análise comparativa

Relativamente ao espaço ocupado, a base de dados *NoSQL* ocupa ligeiramente menos espaço do que a base de dados relacional. Com efeito, a base de dados *NoSQL* ocupa cerca de 0,353 *MB*, enquanto que o somatório do espaço ocupado pelas tabelas que constituem a base de dados relacional é cerca de 0,5 *MB*.

Em relação à facilidade de codificação das consultas, e conforme é possível observar em 5, as *queries* em *SQL* são muito mais claras e concisas. O modelo relacional permite uma maior flexibilidade nas perguntas uma vez que não é necessário fazer *unwind* de documentos aninhados quando se pretende efetuar a manipulação destes. Dada a modelação adotada, em quase todas as consultas foi necessário descompactar as tabelas aninhadas referentes aos municípios, às atividades e aos espaços. A não utilização de tabelas aninhadas (utilizando *collections* distintas), facilitaria as consultas tornando, no entanto, complicada a sua utilização quando fosse necessário efetuar um *join*.

7 Conclusão

Após a realização do presente trabalho, é possível concluir que, dada a dimensão dos dados e a natureza e heterogeneidade das consultas, não se justifica a utilização do paradigma *NoSQL*.

Não obstante, os autores estão cientes que este paradigma se releva de extrema importância, na presença de grandes volumes de dados e quando as pesquisas exigem respostas rápidas. Este paradigma assenta numa arquitetura distribuída e, como tal, é tolerante a falhas. É particularmente, importante, quando o principal cenário de utilização são operações de pesquisa, com poucos updates. A prioridade está, de facto, na disponibilidade e não tanto na garantia da consistência. Uma das maiores vantagens deste sistema é a não existência/necessidade de *joins*. Tanto a replicação como a distribuição são facilmente escaláveis, permitindo escalabilidade horizontal.

O *MongoDB* é orientado ao documento (*JSON*), sendo estes organizados em *collections* (tabelas). Permite updates totais ou parciais dos documentos, sendo o update transaccional em cada documento. Possui uma linguagem de pesquisa rica e flexível. É, ainda, de salientar o facto de suportar índices primários e *compound*.

Não obstante, é de salientar que a utilização deste paradigma traz consigo o problema da potencial inconsistência no armazenamento dos dados, originado pelo facto de, geralmente, os dados serem guardados em duplicado. A garantia da integridade dos dados fica, assim, dependente e à responsabilidade da camada de aplicação. É, ainda, importante referir que, devido ao facto de ser uma tecnologia recente, existe uma forte tendência para conter *bugs*. Ainda como desvantagens, destaca-se o facto de não existir *schema* standard nem existir standard para o formato das queries.

Referências

- [G.18] David G. Nosql assignment - cultural facilities. *Database Technology - Integrated Master in Informatics Engineering, Faculty of Engineering of the University of Porto*, 2018.