

# Trabalho Prático 2

Music Information Retrieval

Trabalho realizado por:

- António Correia (2019216646)
- João Silva (2019216753)
- Pedro Martins (2019216826)

## Índice

<b>Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>Extração de features.....</b>	<b>4</b>
<b>Métricas de similaridade .....</b>	<b>5</b>
<b>Avaliação .....</b>	<b>9</b>
Avaliação Objetiva .....	9
Avaliação Subjetiva.....	11

## Introdução:

Este trabalho prático foi desenvolvido no âmbito da cadeira de Multimédia, do 3º ano da Licenciatura em Engenharia Informática pela Universidade de Coimbra. O objetivo deste projeto consiste em aprofundar o conhecimento relativo à extração de informação presente em áudio e, com esta, desenvolver um sistema de recomendação de músicas a um utilizador. Estes sistemas já se encontram presentes no dia-a-dia, em diversas plataformas, tais como: Spotify, Youtube, Torch, etc... e assentam num princípio, conseguir fornecer aos seus clientes sugestões e recomendações que se enquadrem naquilo que costumam ouvir. Arquiteturas com base neste princípio conseguem em troca cativar novos utilizadores às suas plataformas e manter por mais tempo os atuais, comprovando o seu efeito prático.

Em termos técnicos, iremos começar por realizar a extração das features do ficheiro `top100_features.csv`, que contém as 100 features mais prominentes. De seguida procediremos à extração destas através da biblioteca *librosa*, obtendo ao todo 190 *features*. De seguida calcularemos diversas distâncias e extração de metadados, submetendo-as a uma avaliação subjetiva e objetiva de forma a determinar a eficiência das recomendações geradas para o dataset limitado de músicas. Todo o código foi desenvolvido na linguagem de programação *Python*, com recurso às bibliotecas *numpy*, *scipy*, *warnings*, *librosa* e *statistics*.

### Extração de features (Ex 2):

Nesta parte inicial do projeto, o objetivo é extrair dados sobre cada música de duas maneiras diferentes: top 100 features para o dataset de 900 músicas e usar a biblioteca *librosa* para obter, no total, 190 features. De início, lemos o ficheiro `top100_features.csv` e guardamos num ficheiro normalizado (0 a 1) estes dados (`normalized_data.csv`). Após esta etapa estar concluída, prosseguiremos para o uso do *librosa* para extrair diversas features diferentes:

mfcc	centroid	bandwidth	contrast	flatness	rolloff	F0	rms	Zero crossing rate	tempo
------	----------	-----------	----------	----------	---------	----	-----	--------------------	-------

**Tabela 1** – Features extraídas com o auxílio do *librosa*.

Quase todas as features acima descritas são representadas por um array 1x1295, com a exceção do tempo que é um valor único, mfcc que é representado por 13x1285 (os 13 níveis mais importantes) e o spectral contrast, 7x1295.

À medida que estes dados são extraídos começam-se a calcular as estatísticas, as quais irão ser usadas para efeitos de testes e recomendações mais à frente. Ao todo são sete o número de estatísticas calculadas: média, desvio padrão, assimetria, curtose, mediana, máximo e mínimo. Após a finalização deste processo, o resultado é um array 900x190, que inclui as 7 estatísticas aplicadas a cada array unidimensional extraído de cada música (exceptuando o tempo, que é guardado na matriz final como um valor único, tal como foi extraído).

Concluído este processo, esta informação é guardada num ficheiro, com o nome `stats_normalized.csv`. A parte crucial desta informação ser guardada depreende-se com o tempo necessário para extrair toda a informação com a biblioteca *librosa* (em alguns computadores, especialmente sem sistema operativo *macOS*, o tempo de espera pode chegar às 2 horas), assim, se o ficheiro já foi gerado, pode-se simplesmente buscar a sua informação, poupando bastante tempo de execução e permitindo obter os resultados finais do trabalho com bastante mais eficiência.

### Implementação de métricas de similaridade (Ex 3):

Nesta etapa procedemos ao cálculo de três distâncias, tendo como base as duas matrizes obtidas no processo anterior. As distâncias são, Euclidiana, Manhattan e Coseno. Para a primeira, recorreremos ao método `linalg.form()` do `numpy`, para a segunda e terceira aos métodos `cityblock()` e `cosine()`, respetivamente, da biblioteca `scipy`. O objetivo é aplicar estas distâncias e obter 6 matrizes 900x900, que indiquem a distância entre cada música presente no dataset.

Com base nas matrizes obtidas iremos agora proceder à geração de 6 rankings de similaridade para as 4 queries fornecidas, sendo estas:

- MT0000202045.mp3 – 1ª Query
- MT0000379144.mp3 – 2ª Query
- MT0000414517.mp3 – 3ª Query
- MT0000956340.mp3 – 4ª Query

O resultado são 6 arrays 4x20, com as 20 sugestões, tendo em conta cada distância calculada, para cada uma das 4 músicas presentes na query. Presentes neles encontram-se ordenadas as 20 músicas mais similares à música de cada query, com a Música 1 a mais semelhante com base na distância em questão e a Música 20 a menos semelhante deste grupo de recomendações.

#### Ranking Euclidiano:

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
Música 1	MT0005129157	MT0004141823	MT0003949060	MT0006096934
Música 2	MT0011899302	MT0006540794	MT0004274911	MT0003787478
Música 3	MT0012001409	MT0011957429	MT0001515531	MT0040033011
Música 4	MT0002233402	MT0008222676	MT0000040632	MT0005625762
Música 5	MT0007043504	MT0009845271	MT0003900455	MT0033177286
Música 6	MT0007799677	MT0012041920	MT0005469880	MT0003603772
Música 7	MT0004428604	MT0002222957	MT0030282917	MT0004867185
Música 8	MT0002161109	MT0006510599	MT0004032071	MT0005331755
Música 9	MT0011975274	MT0003778826	MT0034005433	MT0003213835
Música 10	MT0010624346	MT0011821215	MT0002415184	MT0008511909
Música 11	MT0009217411	MT0005202791	MT0013790748	MT0013389935
Música 12	MT0000092267	MT0000044741	MT0003106472	MT0006640142
Música 13	MT0007766156	MT0012124855	MT0034125967	MT0005265641
Música 14	MT0001676671	MT0005523766	MT0004850690	MT0001680969
Música 15	MT0005270263	MT0003262589	MT0008401073	MT0011145388
Música 16	MT0003787478	MT0006164654	MT0005752234	MT0004958762
Música 17	MT0011376343	MT0010617945	MT0000636335	MT0004942017
Música 18	MT0005213723	MT0007379559	MT0001335920	MT0001217651
Música 19	MT0000732821	MT0000082187	MT0003243311	MT0006367176
Música 20	MT0002634024	MT0002479795	MT0001624303	MT0005409948

**Tabela 2** – Rankings da distância Euclidiana para as 4 queries.

**Ranking Manhattan:**

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
Música 1	MT0005129157	MT0004141823	MT0003949060	MT0006096934
Música 2	MT0011899302	MT0008222676	MT0004274911	MT0005625762
Música 3	MT0012001409	MT0011957429	MT0000040632	MT0003787478
Música 4	MT0007799677	MT0006540794	MT0000218346	MT0040033011
Música 5	MT0002233402	MT0009845271	MT0005469880	MT0033177286
Música 6	MT0007043504	MT0002222957	MT0008401073	MT0003603772
Música 7	MT0010624346	MT0011821215	MT0003900455	MT0006640142
Música 8	MT0000732821	MT0002119439	MT0034125967	MT0005331755
Música 9	MT0011975274	MT0012124855	MT0006769480	MT0003213835
Música 10	MT0004428604	MT0000044741	MT0001515531	MT0008511909
Música 11	MT0000092267	MT0012041920	MT0001624303	MT0005265641
Música 12	MT0003787478	MT0010617945	MT0004032071	MT0004942017
Música 13	MT0002161109	MT0003778826	MT0001109401	MT0005409948
Música 14	MT0009217411	MT0005523766	MT0005752234	MT0001680969
Música 15	MT0002379222	MT0006164654	MT0030282917	MT0013389935
Música 16	MT0002634024	MT0003262589	MT0009208842	MT0004867185
Música 17	MT0005213723	MT0005202791	MT0001942272	MT0008570712
Música 18	MT0011376343	MT0010465830	MT0034005433	MT0001217651
Música 19	MT0036368550	MT0006510599	MT0010465830	MT0003724610
Música 20	MT0000446304	MT0002297016	MT0009991160	MT0011145388

**Tabela 3** – Rankings da distância de Manhattan para as 4 queries.

**Ranking Coseno:**

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
Música 1	MT0005129157	MT0004141823	MT0003949060	MT0006096934
Música 2	MT0012001409	MT0006540794	MT0004274911	MT0003787478
Música 3	MT0011899302	MT0008222676	MT0001515531	MT0040033011
Música 4	MT0002233402	MT0011957429	MT0000040632	MT0005625762
Música 5	MT0007043504	MT0002222957	MT0003900455	MT0033177286
Música 6	MT0007799677	MT0009845271	MT0002634024	MT0003603772
Música 7	MT0004428604	MT0012041920	MT0004032071	MT0003213835
Música 8	MT0011975274	MT0003794106	MT0005469880	MT0008511909
Música 9	MT0002161109	MT0005202791	MT0013790748	MT0004867185
Música 10	MT0000092267	MT0012124855	MT0030282917	MT0005331755
Música 11	MT0010624346	MT0006510599	MT0001942272	MT0011145388
Música 12	MT0009217411	MT0005515169	MT0003106472	MT0004958762
Música 13	MT0007766156	MT0003778826	MT0005752234	MT0013389935
Música 14	MT0003787478	MT0003262589	MT0034005433	MT0005265641
Música 15	MT0010085729	MT0007379559	MT0001583214	MT0006640142
Música 16	MT0005270263	MT0002479795	MT0002415184	MT0006367176
Música 17	MT0001676671	MT0006367176	MT0001109401	MT0008570712
Música 18	MT0000732821	MT0005523766	MT0009346128	MT0007535042
Música 19	MT0005213723	MT0011821215	MT0008401073	MT0001680969
Música 20	MT0026158301	MT0005029328	MT0000636335	MT0014576739

**Tabela 4** – Rankings da distância de Coseno para as 4 queries.

**Ranking Top100 Euclidiano:**

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
Música 1	MT0033841575	MT0009010830	MT0003900455	MT0003106472
Música 2	MT0027002641	MT0003778826	MT0000203193	MT0010736208
Música 3	MT0030487841	MT0015005100	MT0009897495	MT0014703649
Música 4	MT0008575372	MT0028627699	MT0009521580	MT0005409948
Música 5	MT0014576739	MT0012124855	MT0018651126	MT0014615863
Música 6	MT0030422114	MT0000044741	MT0013955066	MT0013612461
Música 7	MT0003390733	MT0005478759	MT0034186195	MT0004032071
Música 8	MT0027835071	MT0027035970	MT0000901959	MT0010615428
Música 9	MT0009188643	MT0003794106	MT0004428604	MT0003724610
Música 10	MT0010617945	MT0000992846	MT0009346128	MT0040033011
Música 11	MT0011145388	MT0031996897	MT0000888329	MT0002372242
Música 12	MT0009213083	MT0001376988	MT0000218346	MT0004882280
Música 13	MT0005331755	MT0009208842	MT0012331779	MT0009800907
Música 14	MT0002233402	MT0002262181	MT0034005433	MT0004293364
Música 15	MT0026727455	MT0005737276	MT0013633209	MT0004028719
Música 16	MT0005265641	MT0010465830	MT0002379222	MT0007535042
Música 17	MT0010344415	MT0018031959	MT0001703346	MT0030036616
Música 18	MT0000711493	MT0033958450	MT0005752234	MT0014794891
Música 19	MT0004428604	MT0012041920	MT0017667847	MT0013822237
Música 20	MT0018029465	MT0012396528	MT0009991160	MT0010624346

Tabela 5 – Rankings da distância Euclidiana para as Top 100 features nas 4 queries.

**Ranking Top100 Manhattan:**

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
Música 1	MT0030422114	MT0015005100	MT0003900455	MT0003106472
Música 2	MT0033841575	MT0009010830	MT0003949060	MT0010736208
Música 3	MT0027835071	MT0031996897	MT0000203193	MT0014703649
Música 4	MT0008575372	MT0012124855	MT0009521580	MT0014615863
Música 5	MT0002297016	MT0028627699	MT0013955066	MT0005409948
Música 6	MT0027002641	MT0003778826	MT0000218346	MT0004028719
Música 7	MT0030487841	MT0000992846	MT0001333258	MT0002372242
Música 8	MT0040033011	MT0001376988	MT0009897495	MT0007535042
Música 9	MT0005265641	MT0000044741	MT0034186195	MT0004032071
Música 10	MT0010617945	MT0005478759	MT0001703346	MT0004085907
Música 11	MT0009213083	MT0027035970	MT0018651126	MT0003724610
Música 12	MT0006096934	MT0003794106	MT0034005433	MT0004942017
Música 13	MT0005897799	MT0005737276	MT0013633209	MT0013612461
Música 14	MT0004428604	MT0003903675	MT0005469880	MT0010615428
Música 15	MT0026727455	MT0002262181	MT0017797643	MT0040033011
Música 16	MT0004867185	MT0009208842	MT0034125967	MT0035334027
Música 17	MT0003787478	MT0008222676	MT0009346128	MT0011697297
Música 18	MT0001340713	MT0006367176	MT0013161246	MT0004882280
Música 19	MT0009188643	MT0006540794	MT0005752234	MT0009800907
Música 20	MT0011145388	MT0015742096	MT0000040632	MT0010624346

Tabela 6 – Rankings da distância de Manhattan para as Top 100 features nas 4 queries.

**Ranking Top100 Coseno:**

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
Música 1	MT0033841575	MT0009010830	MT0003900455	MT0003106472
Música 2	MT0027002641	MT0003778826	MT0009897495	MT0010736208
Música 3	MT0030487841	MT0015005100	MT0000203193	MT0014703649
Música 4	MT0008575372	MT0028627699	MT0000901959	MT0005409948
Música 5	MT0014576739	MT0012124855	MT0009521580	MT0014615863
Música 6	MT0030422114	MT0027035970	MT0013955066	MT0004882280
Música 7	MT0003390733	MT0000044741	MT0000888329	MT0013612461
Música 8	MT0027835071	MT0003794106	MT0004428604	MT0003724610
Música 9	MT0011145388	MT0005478759	MT0018651126	MT0002372242
Música 10	MT0009188643	MT0002262181	MT0009346128	MT0004032071
Música 11	MT0010617945	MT0031996897	MT0002379222	MT0010615428
Música 12	MT0009213083	MT0000992846	MT0034186195	MT0040033011
Música 13	MT0005331755	MT0001376988	MT0017667847	MT0007535042
Música 14	MT0002233402	MT0009208842	MT0000218346	MT0004293364
Música 15	MT0026727455	MT0010465830	MT0000040632	MT0009800907
Música 16	MT0005265641	MT0005737276	MT0002634024	MT0004028719
Música 17	MT0010344415	MT0018031959	MT0012331779	MT0030036616
Música 18	MT0000711493	MT0033958450	MT0001703346	MT0004085907
Música 19	MT0018029465	MT0008222676	MT0027835071	MT0010624346
Música 20	MT0005469880	MT0012041920	MT0009991160	MT0014794891

**Tabela 7** – Rankings da distância de Coseno para as Top 100 features nas 4 queries.

As tabelas divergem umas das outras uma vez que cada ranking é gerada usando uma distância diferente e *features* diferentes. Para obter estas tabelas foram usadas as seguintes fórmulas para cada distância:

**Distância Euclidiana:**

$$d(F_1, F_2) = \sqrt{\sum_{i=1}^N (F_1(i) - F_2(i))^2}$$

**Distância de Manhattan:**

$$d(F_1, F_2) = \sum_{i=1}^N |F_1(i) - F_2(i)|$$

**Distância de Coseno:**

$$d(F_1, F_2) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N F_1(i) \cdot F_2(i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (F_1(i))^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N (F_2(i))^2}}$$



#### Avaliação objetiva (Ex 4.1):

Chegando ao fim do projeto, temos a parte da avaliação, sendo a primeira componente objetiva. O objetivo é extrair os metadados do ficheiro `panda_dataset_traffic_metadata.csv` e, com base nestes, percorrer todas as músicas e assim calcular o quão próxima cada uma está de cada música presente na query. O sistema de ranking beneficia as similaridades encontradas, ou seja, por cada característica em comum (artista, género, quadrante e emoção), é atribuído um ponto. No fim de tudo, é gerado um ranking final de similaridade (array 4x20), no qual constam as 20 músicas que obteram melhor pontuação para cada uma das músicas que constam na query previamente explicada. Toda esta informação é apresentada no ecrã do utilizador.

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
Música 1	MT0014475915	MT0031951901	MT0002222957	MT0016743722
Música 2	MT0012862507	MT0014584473	MT0003949060	MT0004293364
Música 3	MT0000888329	MT0011032905	MT0010487769	MT0014615863
Música 4	MT0003022328	MT0011032905	MT0010489498	MT0013885218
Música 5	MT0007556029	MT0013080259	MT0012331779	MT0033097471
Música 6	MT0001494812	MT0005253065	MT0033397838	MT0014845647
Música 7	MT0004867564	MT0013161246	MT0000040632	MT0012914763
Música 8	MT0031898123	MT0000742898	MT0027048677	MT0009217411
Música 9	MT0007453719	MT0013219857	MT0007840454	MT0012001409
Música 10	MT0034186620	MT0029877658	MT0008222676	MT0001927746
Música 11	MT0011922905	MT0001472536	MT0010900969	MT0004459450
Música 12	MT0030369896	MT0003114552	MT0012798988	MT0029099688
Música 13	MT0003025046	MT0007338724	MT0012742379	MT0010897525
Música 14	MT0034577404	MT0008716237	MT0008972801	MT0001891229
Música 15	MT0034577404	MT0007349999	MT0009729892	MT0009872131
Música 16	MT0011938737	MT0008170600	MT0009202768	MT0015962332
Música 17	MT0004850690	MT0002634024	MT0001703346	MT0014817509
Música 18	MT0001058887	MT0004131058	MT0001753457	MT0010310896
Música 19	MT0002846256	MT0001934726	MT0009010830	MT0015541501
Música 20	MT0011250965	MT0007652281	MT0010501618	MT0005897799

**Tabela 8** – Rankings dos metadados para as 4 queries.

De seguida irá-se à calcular a precisão de cada escolha feita nas métricas de similaridade e agora, usando os metadados. Para isso recorreremos à seguinte fórmula:

$$Precision = \frac{\text{similaridade (distâncias)} \subset \text{metadados}}{\text{total}}$$

- **Precision** – Valor entre 0 e 1, quanto maior ele for, maior foi a precisão dos resultados obtidos para os dois tipos de rankings diferentes gerados.
- **Total** – Valor correspondente ao número de músicas obtidas no ranking, no caso deste projeto corresponde a 20.

- **Similaridade (distâncias)** – Matriz obtida que caracteriza o ranking através das distâncias previamente mencionadas. Nos testes efetuados iremos calcular a precisão para as 6 matrizes de distâncias diferentes.
- **Metadados** – Matriz que representa o ranking para a query usando os metadados como critério de avaliação.

Assim sendo, passamos para a fase de testes tendo, ao todo, obtido 6 valores de precisão diferentes, um para cada matriz das distâncias (3 normais e 3 para o top100 de features):

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
<b>Euclidiana</b>	0	0	0.1	0
<b>Manhattan</b>	0	0	0.1	0
<b>Coseno</b>	0	0	0.1	0
<b>Top100 Euclidiana</b>	0	0	0.1	0.1
<b>Top100 Manhattan</b>	0	0	0.15	0.05
<b>Top100 Coseno</b>	0	0	0.15	0.1

**Tabela 9** – Precisões calculadas por query para cada uma das 6 tabelas de ranking por distância

Ao observar a **Tabela 9** podemos tirar algumas conclusões. Primeiramente, é notório que para qualquer distância e query, os valores da precisão são bastante baixos, com o maior registado de 0.15, isto diz-nos que, no máximo, apenas 3 músicas que constam dos rankings calculados com as distâncias, também constam do ranking dos metadados para a mesma query, o que nitidamente estabelece uma diferença considerável na maneira como os dois rankings diferentes (distâncias e metadados) funcionam.

Outro fator interessante é o aumento da precisão para os rankings das distâncias calculados através do ficheiro de Top 100 features. Estes dados servem como indicador para a predominância e importância de algumas features face a um conjunto maior delas assim, ao selecionarmos apenas 100 em vez das 190 obtidas através do librosa, obtivemos uma maior aproximação dos valores dos metadados, o que em troca aumentou ligeiramente a precisão. No final, o ranking do Top 100 Coseno foi aquele que, em média, obteve uma maior precisão para as 4 queries a si associadas.

### Avaliação subjetiva (Ex 4.2):

Este passo final representa uma interpretação e avaliação subjetiva de cada resultado obtido nos rankings calculados previamente. Como formato principal, cada membro irá ouvir cada música presente nos rankings do top100 coseno e dos metadados, para as 4 queries. Ao todo serão 160 o número de músicas a comparar com cada um a fornecer uma nota entre 1 e 5 de acordo com a similaridade da música da query em questão e cada música a ouvir. No final de tudo, iremos calcular a média das notas de cada membro para cada query, a média da nota de cada música, o desvio padrão destes resultados e a precisão (tal como foi indicado na fórmula anterior).

#### Rankings Top 100 coseno:

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
<b>António</b>	42 / 2.1	53 / 2.65	37 / 1.85	69 / 3.45
<b>João</b>	43 / 2.15	51 / 2.55	37 / 1.85	44 / 2.2
<b>Pedro</b>	49 / 2.45	60 / 3	45 / 2.25	73 / 3.65

**Tabela 9** – Média / Desvio padrão de cada query para o ranking top100 Coseno.

A **Tabela 9** demonstra a média e desvio padrão das notas de cada membro por query. De seguida temos as médias de cada música e a precisão total por query (**Tabela 10**). Esta última estatística é calculada usando a fórmula enunciada no exercício anterior, com o numerador equivalente ao número de músicas cuja nota média é superior a 2.5.

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
<b>Música 1</b>	1.75	3.33	3.33	4.00
<b>Música 2</b>	2.25	3.33	2.00	4.33
<b>Música 3</b>	2.90	3.67	1.67	3.33
<b>Música 4</b>	2.75	4.00	2.33	3.67
<b>Música 5</b>	1.86	2.67	1.33	3.00
<b>Música 6</b>	3.00	4.33	2.33	1.67
<b>Música 7</b>	2.57	4.00	2.00	4.00
<b>Música 8</b>	3.75	2.67	2.33	2.67
<b>Música 9</b>	1.00	2.33	1.33	3.33
<b>Música 10</b>	2.08	3.00	1.67	1.00
<b>Música 11</b>	1.86	1.67	1.33	3.67
<b>Música 12</b>	2.00	1.67	2.33	4.00
<b>Música 13</b>	1.50	2.33	1.33	2.00
<b>Música 14</b>	2.00	2.00	1.00	4.67
<b>Música 15</b>	2.50	3.00	3.33	1.67
<b>Música 16</b>	2.25	3.33	1.67	1.67
<b>Música 17</b>	2.00	1.00	3.33	4.00
<b>Música 18</b>	2.92	3.00	2.33	2.67
<b>Música 19</b>	1.75	1.00	1.67	3.67
<b>Música 20</b>	2.10	2.33	1.00	3.00
<b>Precisão</b>	25% (0.25)	60% (0.6)	15% (0.15)	75% (0.75)
<b>Desvio Padrão</b>	0.62	0.95	0.73	1.04

**Tabela 10** – Média de cada música, precisão e desvio padrão para o ranking top100 Coseno.

Analisando os dados da **Tabela 10**, podemos reparar que na avaliação subjetiva, a 4ª query é aquela que possui a melhor precisão (0.75) o que nos indica que esta é uma boa lista de recomendações. De seguida temos a 2ª query (0.6) e a 3ª query é aquela com a pior precisão (0.15), cujo ranking não possui muitas similaridades com a música a comparar. Para nós, um grande fator que justifica estas diferenças é o género de música presente na query. Com um dataset tão limitado, existem géneros que não são muito numerosos no total de músicas, o que prejudica o ranking gerado. Caso o dataset total fosse maior, acreditamos que a precisão de cada query iria subir substancialmente.

#### Rankings Metadados:

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
<b>António</b>	34 / 1.7	66 / 3.3	47 / 2.35	44 / 2.2
<b>João</b>	30 / 1.5	50 / 2.5	45 / 2.25	40 / 2
<b>Pedro</b>	33 / 1.65	73 / 3.65	49 / 2.45	56 / 2.8

**Tabela 11** – Média / Desvio padrão de cada query para o ranking de metadados.

À semelhança do ranking anterior, A **Tabela 11** demonstra a média e desvio padrão das notas de cada membro por query. De seguida temos as médias de cada música e a precisão total por query (**Tabela 12**):

	1ª Query	2ª Query	3ª Query	4ª Query
<b>Música 1</b>	2.75	2.67	4.67	3.67
<b>Música 2</b>	2.25	3.67	3.67	3.00
<b>Música 3</b>	3.25	2.67	3.00	3.33
<b>Música 4</b>	1.75	2.67	2.67	2.67
<b>Música 5</b>	3.30	3.00	4.67	3.67
<b>Música 6</b>	2.25	2.67	3.00	2.00
<b>Música 7</b>	2.17	3.67	2.67	1.33
<b>Música 8</b>	1.75	3.67	3.33	3.00
<b>Música 9</b>	2.00	3.00	1.00	3.00
<b>Música 10</b>	2.67	5.00	1.67	2.33
<b>Música 11</b>	2.17	3.00	2.67	1.67
<b>Música 12</b>	1.80	2.67	2.00	1.33
<b>Música 13</b>	1.67	2.33	2.33	1.00
<b>Música 14</b>	2.17	2.33	1.67	2.67
<b>Música 15</b>	1.80	3.33	1.00	1.67
<b>Música 16</b>	2.50	4.67	1.00	4.00
<b>Música 17</b>	1.75	3.00	2.33	1.00
<b>Música 18</b>	1.83	2.67	1.33	1.00
<b>Música 19</b>	1.58	3.33	1.00	1.00
<b>Música 20</b>	1.90	3.00	1.33	3.33
<b>Precisão</b>	5% (0.5)	90% (0.9)	45% (0.45)	50% (0.5)
<b>Desvio Padrão</b>	0.50	0.70	1.15	1.02

**Tabela 12** – Média de cada música, precisão e desvio padrão para o ranking de metadados.

Os resultados da **Tabela 12** demonstram que a 2ª query é o ranking com maior precisão (0.9), sinónimo de uma lista com bastantes similaridades. A pior query é a 3ª, contudo a precisão é quase positiva (0.45). Em suma, é notório o aumento da precisão do ranking de metadados quando comparado com o top100 Coseno. No nosso entender, isto indica-nos que para o dataset limitado de músicas, é melhor o uso dos metadados da músicas, tais como género, *mood* e artista do que as *features* das mesmas.

Todos estes dados, com mais detalhes, encontram-se presentes no ficheiro *Scores.xlsx* presente na pasta de entrega.